



Esta obra está bajo una [Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 2.5 Perú](http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/).

Vea una copia de esta licencia en <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/>

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN - TARAPOTO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
DEPARTAMENTO ACADÉMICO AGROSILVO PASTORIL
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



**RESPUESTA A LA APLICACIÓN DE DOSIS DE ROCA
FOSFÓRICA CON HUMUS DE LOMBRIZ EN EL CULTIVO DE
TOMATE (*Lycopersicum esculentum*. Mill) Var. “Río Grande”,
EN UN SUELO ÁCIDO DEL FUNDO AUCALOMA DE LA UNSM
– LAMAS**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO AGRÓNOMO**

**PRESENTADO POR:
Bach. JUAN CARLOS AMACIFUÉN FLORES**

TARAPOTO – PERÚ

2012

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN - TARAPOTO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
DEPARTAMENTO ACADÉMICO AGROSILVO PASTORIL
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE AGRONOMÍA

ÁREA DE SUELOS Y CULTIVOS

TESIS

**RESPUESTA A LA APLICACIÓN DE DOSIS DE ROCA
FOSFÓRICA CON HUMUS DE LOMBRIZ EN EL CULTIVO DE
TOMATE (*Lycopersicum esculentum*. Mill) Var. "Río Grande",
EN UN SUELO ÁCIDO DEL FUNDO AUCALOMA DE LA UNSM
– LAMAS**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO AGRÓNOMO**

**PRESENTADO POR:
Bach. JUAN CARLOS AMACIFUÉN FLORES**


.....
Ing. M.Sc. Carlos Rengifo Saavedra
Presidente del Jurado


.....
Ing. M.Sc. Cesar E. Chappa Santa María
Secretario del Jurado


.....
Ing. M.Sc. Tedy Castillo Díaz
Miembro del Jurado


.....
Ing. Eybis José Flores García
Asesor

INDICE

	Pág.
DEDICATORIA	
AGRADECIMIENTO	
I. INTRODUCCIÓN	1
II. OBJETIVOS	2
III. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	3
3.1. Del cultivo de tomate	3
3.1.1. Origen	3
3.1.2. Taxonomía	3
3.1.3. Importancia económica y distribución	4
3.1.4. Aspectos morfológicos y agronómicos	4
3.1.5. Fenología del cultivo de tomate	5
3.1.6. Requerimientos edafoclimáticos	6
3.1.7. Variedades	8
3.1.8. Problemas fitosanitarios	9
3.2. Generalidades de suelos ácidos, roca fosfórica y humus de lombriz	12
3.2.1. Suelos Ácidos	12
3.2.1.1. Causas de acidificación progresiva de los suelos	12
3.2.1.2. Fijación de fósforo en suelos ácidos	13
3.2.2. Roca fosfórica y humus de lombriz	13
3.2.2.1. Generalidades de la roca fosfórica	13
3.2.2.2. Experiencias sobre uso de roca fosfórica y en humus de lombriz en suelos ácidos	16
3.2.2.3. Generalidades del humus de lombriz	18
IV. MATERIALES Y MÉTODOS	20
4.1. Ubicación del campo experimental	20

4.2. Historia del campo experimental	21
4.3. Condiciones climáticas	21
4.4. Componentes estudiados	22
4.5. Diseño experimental y tratamientos	22
4.6. Características del campo experimental	23
4.7. Conducción del experimento	24
4.7.1. Instalación de las parcelas	24
a. Preparación del terreno definitivo	24
b. Muestreo y análisis del suelo	25
c. Trazado del campo experimental	26
d. Almacigo	26
e. Trasplante	27
f. Replante	27
4.7.2. Labores culturales	27
a. Fertilización	27
b. Control de malezas	28
c. Riego	28
d. Tutoraje	29
e. Poda y deschuponado	29
f. Control fitosanitario	30
g. Cosecha	30
4.8. Variables evaluadas	31
4.8.1. Campo Definitivo	31
a. Altura de planta	31
b. Número de ramas vegetativas	31
c. Número de racimos florales	31

d. Número de flores por planta	32
e. Número de frutos por planta	32
f. Peso de fruto por planta	33
g. Rendimiento	33
h. Análisis económico	33
4.8.2. Aspectos Fitosanitarios	34
a. Incidencia	34
b. Severidad	34
V. RESULTADOS	35
5.1. Altura de planta	35
5.2. Número de ramas vegetativas	36
5.3. Número de racimos florales	37
5.4. Número de flores por planta	38
5.5. Número de frutos por planta	39
5.6. Peso de frutos por planta (g)	40
5.7. Rendimiento t/ha	41
5.8. Aspectos fitosanitarios	42
5.8.1. Incidencia	42
5.8.2. Severidad	43
5.9. Análisis económico	43
VI. DISCUSIÓN	44
6.1. De la altura de planta	44
6.2. Del número de ramas vegetativas	45
6.3. Del número de racimos florales	47
6.4. Del número de flores por planta	49
6.5. Del número de frutos por planta	51

6.6. Del peso de frutos por planta	53
6.7. Del rendimiento (t/ha)	55
6.8. Aspectos fitosanitarios	57
6.8.1. Incidencia de enfermedades	57
6.8.2. Severidad	59
6.9. Análisis económico	60
VII. CONCLUSIONES	61
VIII. RECOMENDACIONES	62
IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	63
RESUMEN	
SUMMARY	
ANEXOS	



ÍNDICE DE FOTOS

Foto 1: Limpieza de terreno	24
Foto 2: Delimitación del área experimental	26
Foto 3: Siembra de las semillas en el almácigo	26
Foto 4: Plantas de tomate a 7 días de la siembra	26
Foto 5: Colocación de la planta en campo definitivo	27
Foto 6: Aplicación localizada en el poseado para la siembra de las plantas de tomate	27
Foto 7: Deshierbo del campo en estudio	28
Foto 8: Riego localizado para garantizar el establecimiento de la planta trasplantada	28
Foto 9: Tutores a base de caña brava	29
Foto 10: Planta lista para la poda de las ramas inferiores	29
Foto 11: Aplicación de fungicidas, insecticidas aplicados periódicamente	30
Foto 12: Frutos cosechados para las evaluaciones	30
Foto 13: Evaluación de altura de planta	31
Foto 14: Evaluación de racimos por planta	31
Foto 15: Evaluación de número de flores por planta	32
Foto 16: Evaluación del número de frutos por planta	32
Foto 17: Evaluación del peso de frutos por planta	33
Foto 18: Rendimiento	33

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1: Datos meteorológicos correspondientes a los meses del experimento Agosto – Diciembre 2011	22
Cuadro 2: Tratamientos, dosis y aleatorización	22
Cuadro 3: Resultado de análisis físico y químico del suelo	25
Cuadro 4: Resultado del análisis físico y químico del humus de lombriz	25
Cuadro 5: Cuadro de evaluación de severidad por el método de Stover modificado por Gauhl.	34
Cuadro 6: ANVA para altura de la planta en centímetros (cm) a 51 días después de la aplicación de roca fosfórica	35
Cuadro 7: ANVA para el número de ramas vegetativas por planta a 44 días después de la aplicación de roca fosfórica	36
Cuadro 8: ANVA para el número de racimos florales por planta a 58 días después de la aplicación de roca fosfórica	37
Cuadro 9: ANVA para el número de flores por planta a 58 días después de la aplicación de roca fosfórica	38
Cuadro 10: ANVA para el número de frutos por planta a 65 días después de la aplicación de roca fosfórica	39
Cuadro 11: ANVA para el peso de frutos por planta a 73 días después de la aplicación de roca fosfórica	40
Cuadro 12: ANVA para el rendimiento en t/ha.	41
Cuadro 13: Incidencia de enfermedades encontradas en el cultivo de tomate datos expresados en porcentaje.	42
Cuadro 14: Severidad del daño ocasionado por la Mancha gris (<i>Stemphylium solani</i>) en el cultivo de tomate	42
Cuadro 15: Análisis económico para la producción del cultivo de tomate	43

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Fases fenológicas de un cultivo de tomate	6
Gráfico 2: Prueba de Duncan (0,05) para la altura de la planta (cm) a 51 días después de la aplicación de roca fosfórica	35
Gráfico 3: Prueba de Duncan (0,05) para el Número de ramas vegetativas por planta a 44 días después de la aplicación de roca fosfórica	36
Gráfico 4: Prueba de Duncan (0,05) para el número de racimos florales por planta a 58 días después de la aplicación de roca fosfórica	37
Gráfico 5: Prueba de Duncan (0,05) para el número de flores por planta a 58 días después de la aplicación de roca fosfórica	38
Gráfico 6: Prueba de Duncan (0,05) para el número de frutos por planta a 65 días después de la aplicación de roca fosfórica	39
Gráfico 7: Prueba de Duncan (0,05) para el peso de frutos por planta a 73 días después de la aplicación de roca fosfórica	40
Gráfico 8: Prueba de Duncan (0,05) para el rendimiento en t/ha por tratamiento después de la aplicación de roca fosfórica	41
Gráfico 9: Prueba de Duncan (0,05) para el nivel de daño ocasionado por tizón foliar (<i>Stemphylium solani</i>) en el cultivo de tomate	42
Gráfico 10: Croquis del campo experimental	69
Gráfico 11: Croquis de la parcela Experimental	70

DEDICATORIA

A Dios todopoderoso, quien a través de sus bendiciones y su grandeza me permitió desarrollar mi trabajo de investigación con total normalidad y cumplir objetivos trazados para mi formación personal.

A mis padres, Maribel Flores García y Osther Osvaldo Amacifuén Saavedra, quienes durante todo este tiempo han depositado en mí su confianza y perseverancia ante cualquier problema que se nos presenta en la vida.

A mis queridos hermanos Luis y Dianita, que de alguna u otra forma han estado siempre conmigo ante los problemas que se presentan en el desarrollo de la investigación y la vida.

A mis queridos abuelos, que desde el cielo y la tierra me ayudaron espiritualmente para desarrollar con éxito mi trabajo de investigación.

AGRADECIMIENTO

Gracias a mi asesor Ing. Eybis José Flores García, por la paciencia y por la fe que depositó en mi persona para la elaboración y desarrollo del presente trabajo.

Gracias a mis padres por el inmenso apoyo que me brindaron durante todo este tiempo para realizar este trabajo de investigación y para mi formación profesional.

Al Sr. Fernando Pinedo Pinedo y Sr. Gilmar Tuesta Dávila, quienes durante el experimento desarrollado en el Fundo Acaloma – UNSM, estuvieron apoyando considerablemente en la conducción de la presente investigación.

A todos mis amigos, en especial a Mili, que siempre ha estado junto a mí aportando sus ideas que me permitió culminar con éxito mi trabajo de tesis.

I. INTRODUCCIÓN

El tomate en nuestra región San Martín es una de las hortalizas que más se comercializan por su gran valor nutritivo, facilidad de comercialización y su adaptabilidad. En nuestra región existen agricultores ligados a la siembra de hortalizas produciendo el cultivo de tomate. La producción obtenida no alcanza cantidades que el mercado actual lo requiere, eso hace que haya mayor demanda y poca oferta.

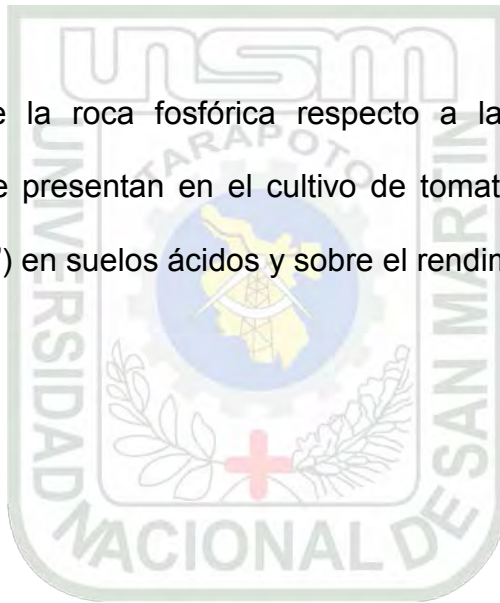
Gracias al avance de la tecnología como: uso de semillas certificadas, sistema de riego, manejo de plagas y enfermedades, entre otros aspectos tecnológicos, se pueden obtener niveles altos de producción tal como lo realizan los agricultores de la Costa del Perú. Son estas las tecnologías que el agricultor sanmartinense puede utilizar para mejorar su producción.

Los suelos de San Martín, en su gran mayoría se caracterizan por ser ácidos con alto contenido de aluminio, con malezas predominantes como *Pteridium* e *Imperata*. Los suelos de Aucasoma se encuentran dentro de ellos con pH de 3.8 a 5.6 y con problemas de aluminio, convirtiéndose en los factores que restringen el desarrollo de muchos cultivos como el tomate.

Con la finalidad de evaluar diferentes dosis de roca fosfórica en la planta del tomate sobre un suelo ácido y enfermedades foliares que atacan al cultivo, se ejecutó el presente experimento cuyos resultados permitirán ayudar al productor tomatero sanmartinense.

II. OBJETIVOS

1. Evaluar las respuestas fenológicas, morfológicas y el rendimiento del cultivo de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill, var. “Rio Grande”) a la aplicación de 05 dosis de roca fosfórica y humus de lombriz en un suelo ácido del fundo Aucaloma, distrito de San Roque de Cumbaza, provincia de Lamas y región San Martín.
2. Evaluar el efecto de la roca fosfórica respecto a la incidencia y severidad de enfermedades que se presentan en el cultivo de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill. var. “Rio Grande”) en suelos ácidos y sobre el rendimiento.



III. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

3.1. Del cultivo de tomate

3.1.1. Origen del tomate

El centro de origen del género *Lycopersicum*, se localiza en la región andina, que se extiende desde el sur de Colombia al norte de Chile. Fue en México donde se domesticó, quizá porque crecía como mala hierba entre los huertos. Durante el siglo XVI se consumían tomates de distintas formas, tamaños y colores. En ese tiempo se difundía en España, Italia, Portugal, Oriente Medio, África, Estados Unidos y Canadá como alimento y en otros países europeos solo se utilizaban en farmacia y así se mantuvieron en Alemania hasta comienzos del siglo XIX (Rodríguez *et al.*, 1997).

3.1.2. Taxonomía

Según Doménech (1990), el tomate se clasifica de la siguiente forma:

Reino	: Vegetal
División	: Fanerógamas
Subdivisión	: Angiosperma
Clase	: Dicotiledónea
Orden	: Solanales
Familia	: Solanáceas
Género	: <i>Lycopersicum</i>
Especie	: <i>L. esculentum</i> Mill

3.1.3. Importancia económica y distribución

El alza del precio del tomate es consecuencia de la disminución en el ingreso de este producto al mercado limeño, debido a que gran parte de la cosecha se deriva a la producción de pasta, el cual se destina a la exportación. La Dirección General de Información Agraria, afirma que en enero del 2008 ingresaron al referido centro de abastos 1,628 toneladas de tomate. Por otra parte, al mes siguiente la cifra se redujo a 1,571 toneladas, para caer en marzo a 1,396 toneladas; esta situación originó que del precio promedio de S/.1.12 por kilo, el tomate se elevara a S/.1.99 (Instituto Nacional de Estadística e Informática – INEI, 2008).

La cercanía al mercado de destino es factor importante en la distribución del área de tomate y otros cultivos, son muy perecederos y con alto costo de transporte a consecuencia de las altas relaciones volumen/precio y volumen/peso. También inciden factores sociales, como el conocimiento del manejo de los cultivos, la historia de los productores, la disponibilidad de mano de obra calificada, y finalmente el acceso a canales de venta (Instituto Nacional de Innovación Agraria – INIA, 1999).

3.1.4. Aspectos morfológicos y agronómicos.

El tomate es una planta anual, perteneciente a la familia de las solanáceas y su nombre botánico es *Lycopersicum esculentum*. La raíz llega a medir de 3 a 60 cm de profundidad, es pivotante, con raíz principal donde simultáneamente se producen raíces adventicias. El tallo es típico que miden entre 2-4 cm de diámetro en la base y está cubierto por pelos glandulares y no glandulares que salen de la epidermis. Hojas pinnadas y compuestas con 50 cm de largo con un foliolo terminal y hasta 8 foliolos laterales, la inflorescencia es un dicasio compuesto generalmente de 4 a 12 flores. Fruto en forma de baya con forma globular, ovoide

o aplastada cuyo peso oscila de acuerdo a las variedades, entre 5 y 500 g (Nuez, 1995).

3.1.5. Fenología del cultivo de tomate.

Jaramillo *et al.* (2007), refiere que la duración del ciclo del cultivo de tomate está determinada por las condiciones climáticas de la zona en la cual se establece el cultivo, el suelo, el manejo agronómico que se dé a la planta y la variedad utilizada. El desarrollo del cultivo comprende dos fases una vegetativa y otra reproductiva. La fase vegetativa se inicia desde la siembra en semillero, seguida de la germinación, la emergencia y el trasplante a campo, cuando se tiene en promedio tres a cuatro hojas verdaderas, entre 30 a 35 días después de la siembra. La fase reproductiva se inicia desde la formación del botón floral, que ocurre entre los 30 y los 35 días después del trasplante, el llenado del fruto, que dura aproximadamente 60 días para el primer racimo, iniciándose la cosecha a los 90 días. La producción es de tres meses aproximadamente para una cosecha de 8 a 10 racimos, en total la fase reproductiva tiene una duración promedio de 180 días.

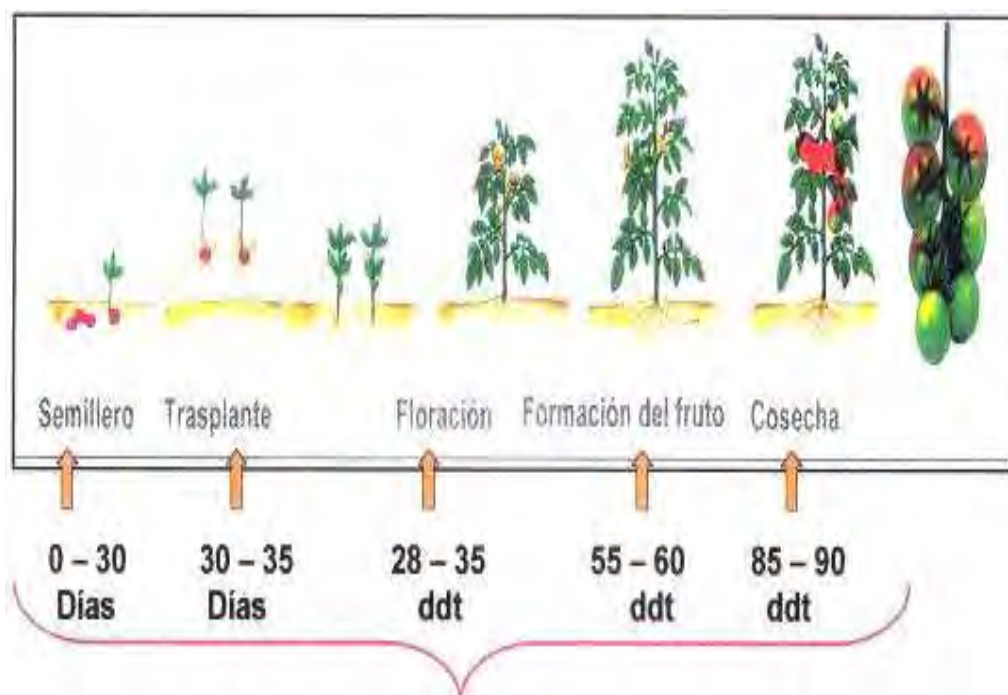


Gráfico 1. Fases fenológicas del cultivo de tomate.
Fuente: Manual técnico (2007).

3.1.6. Requerimientos edafoclimáticos.

La temperatura del aire es el principal componente del ambiente que influye en el crecimiento vegetativo, desarrollo de racimos florales, formación de frutos, desarrollo de frutos, maduración de los frutos y la calidad de los frutos. La temperatura para un desarrollo óptimo del cultivo oscilan entre los 28 - 30 °C durante el día y 15 - 18 °C durante la noche. Temperaturas de más de 35 °C y menos de 10 °C durante la floración provocan caída de flor y limitan la formación del fruto (Corpeño, 2004).

La iluminación cuando es igual o superior al óptimo no afecta el desarrollo del tallo pero su descenso induce un aumento en la elongación del tallo a expensas de otras partes de la planta, dando lugar a tallos más delgados y débiles con mayor proporción de tejido parenquimático (Kinet, 1977). Como lo corrobora (Corpeño, 2004), quien manifiesta que la luz no afecta el fotoperiodo o largo del día, cuyas

necesidades oscilan entre las 8 y 16 horas. Los días soleados y sin interferencia de nubes, estimulan el crecimiento y desarrollo normal del cultivo.

La humedad relativa óptima para el cultivo de tomate oscila entre 65 - 70 %; donde favorece el desarrollo normal de la polinización, garantizando así una buena producción. El pH del suelo tiene que estar dentro de un rango de 5.9-6.5, para tener el mejor aprovechamiento de los fertilizantes que se apliquen (Corpeño, 2004).

La fertilización orgánica es la adición de nutrientes al suelo a partir de materia orgánica descompuesta como gallinaza, estiércol de ganado vacuno, compost, abonos verdes, etc (Barahona, 1978). Por otra parte este mismo autor indica que el nitrógeno favorece el desarrollo, la producción y el tamaño del fruto pero el exceso puede ocasionar problemas de esterilidad de las flores y crecimientos anómalos de los frutos. Su dosificación debe estar en equilibrio con las aportaciones de fósforo y potasio, pues un equilibrio entre los tres nutrientes es fundamental para lograr, además de altos rendimientos, buena calidad comercial (Barahona, 1978).

El fósforo contribuye al desarrollo de un potente sistema radicular, favoreciendo el grosor y consistencia del tallo lo cual es imprescindible para lograr buena floración. Su deficiencia al inicio del cultivo puede originar retrasos importantes en el crecimiento, asimismo el ritmo de absorción del fósforo es similar al del nitrógeno, coincidiendo las mayores necesidades con la floración y engorde de los frutos (Barahona, 1978).

El potasio tiene gran influencia sobre la calidad de los frutos, aumentando la cantidad de sólidos disueltos en el jugo, peso, consistencia, mejor sabor y junto al magnesio, contribuye a la formación y homogénea distribución de los pigmentos colorantes sobre su superficie. La máxima demanda de este nutriente se inicia a los 60/75 días de trasplante, fecha que coincide, aproximadamente, con el engorde del primer racimo y donde existe una intensa actividad vegetativa (Barahona, 1978).

La deficiencia del calcio se corrige con aportaciones de Nitrato de cal, a dosis que pueden oscilar entre los 400/700 kg/ha de fertilizante que contenga 8% de Nitrógeno (N) y 16% de Óxido de calcio (CaO). Para obtener rendimientos que oscilan entre 30 toneladas por hectárea el autor hace mención que el cultivo de tomate necesita los siguientes requerimientos nutricionales: N (170), P (25), K (275), Ca (150), Mg (25) y S (22) kilogramos/ha (Barahona, 1978).

Variedades.

Battle, Tomate Rio Grande (<http://www.semillasbattle.es/es/rio-grande>) visitada 22 de febrero 2012, menciona que la variedad de tomate Rio Grande es una planta rastrera, de crecimiento determinado, resistente a estaciones cálidas y frutos de forma alargada cilíndrica, con mucha pulpa y buen sabor. La labor del trasplante se realiza entre los 60-70 días cuando no haya peligro de heladas para así obtener buena producción del cultivo. Llega a producir de 30 a 50 t/ha de acuerdo al sistema de siembra realizado.

3.1.7. Problemas fitosanitarios.

Álvarez, (2004), señala que el cultivo de tomate presenta las siguientes enfermedades:

• “Pudriciones radicales”

Esta enfermedad es causada por el streminopila *Pythium* spp y el hongo *Rhizoctonia solani*, en ocasiones asociados con los hongos *Fusarium* spp y *Phytophthora* spp.; evitan la germinación de la semilla y causan la muerte de las plántulas. Se consideran tres tipos de síntomas:

a) Fallas en la germinación, debido a pudrición de las semillas, b) Marchitamiento de plántulas por la pudrición de los tejidos del cuello de la raíz que presentan estrangulamiento y c) Pudrición blanda de los frutos sobre todo de los que están en contacto con el suelo.

Las condiciones que favorecen su desarrollo son exceso de humedad por suelos mal nivelados con drenaje pobre o suelos pesados y temperatura de 12 °C a 17 °C.

• “Pudrición de cuello y raíz”

El streminopila causante de esta enfermedad es *P. capsici*, causa daños aéreos con lesiones alargadas a manera de tizón, de color café oscuro a negro. En muchos de los casos inicia en el cuello de la planta o en las ramas que están en contacto con el suelo donde se desarrolla rápidamente en condiciones de alta humedad y logra matar la planta al afectar el tallo.

- **“Marchitez”**

El primer indicio aparece al inicio de la floración o formación de primeros frutos con un amarillamiento de las hojas inferiores, las cuales gradualmente se marchitan. Estas hojas mueren adheridas a la planta donde caen al suelo, presentando la planta achaparramiento, ocurriendo finalmente la muerte produciendo algunos frutos de baja calidad, el agente causante es *Fusarium oxysporum*.

- **“Moho de la hoja” (*Cladosporium* sp)**

La enfermedad infecta principalmente las hojas, donde se observan que por el haz, se presentan pequeñas manchas pálidas o ligeramente amarillas. Su dispersión más importante se efectúa por medio de corrientes de aire, y la humedad relativa es superior al 80 % y la temperatura se encuentra entre 20 y 27 °C. Esta enfermedad puede manifestarse en forma epifítica, después de la floración son muy susceptibles.

- **“Mancha gris” (*Stemphylium solani*)**

Se presentan en las hojas más viejas; de ahí la enfermedad avanza hacia arriba, nunca ataca a los frutos. En las hojas, pecíolos y tallos ocasiona pequeñas manchas de 2 a 4 mm de diámetro color café oscuro, de forma circular a oval, ligeramente hundidas. Cuando avanza la enfermedad a estas manchas se les nota el centro de color café grisáceo, las hojas se observan amarillentas, mueren y se desprenden. Este hongo sobrevive en residuos de cosecha y en el suelo o bien sobre maleza susceptible, de donde es acarreado por el viento y salpique del agua para infectar cuando las condiciones le sean favorables (clima cálido y húmedo). Una vez que ha invadido los tejidos de la planta, forma los conidios

que son dispersados por las corrientes de aire y otros medios para reinfectar, o infectar nuevas plantas.

Para los cultivos que se desarrollan durante la época de lluvias, es necesario hacer aplicaciones de fungicidas y bactericidas frecuentemente, para evitar la diseminación rápida de las enfermedades en el cultivo. Una regla general que se recomienda es que las plantas deben estar protegidas desde el semillero y en el terreno definitivo. Las aplicaciones de fungicidas para el control de la planta es indispensable, ya que *Phytophthora* sp., *Fusarium* sp., *Pythium* sp., *Sclerotium* sp. y *Rhizoctonia* sp., son el grupo principal de hongos que atacan al cultivo durante toda su fenología (Corpeño, 2004).

Moreno (2008), al evaluar la aplicación de barbasco (*Lonchocarpus nicou*), para el control de *Stemphylium solani* en tomate en la localidad de Lamas, explica que la presencia de este patógeno se encuentra en la mayoría de los suelos de la región San Martín por ser tolerante al clima que presenta la zona. Por otro lado concluyó que la utilización de fungicidas, fertilizantes pueden ayudar a minimizar la severidad de ataque de los patógenos. Además el mismo autor hace referencia que se debe utilizar extractos que sirvan como fungicidas, y asimismo fertilizar a la planta para garantizar el rendimiento.

3.2. Generalidades de suelos ácidos, roca fosfórica y humus de lombriz.

3.2.1. Suelos ácidos

3.2.1.1. Causas de acidificación progresiva de los suelos.

La acidificación de los suelos se incrementa notablemente por consecuencia de factores como: lixiviación, erosión, extracción de nutrientes en sistemas de cultivo intenso, efecto residual ácido de fertilizantes nitrogenados amoniacales. De la misma forma la aplicación de sales sulfatadas y nítricas a través de la disociación que producen ácidos como el ácido nítrico y el sulfúrico (Sánchez y Salinas, 1976).

Por otra parte la acidificación progresiva que se presenta en los suelos de áreas tropicales húmedas se debe al reemplazo paulatino de las bases cambiables (Ca^{++} , Mg^{++} , K^+ , Na^+) por iones de hidrógeno y aluminio. Esto debido al agua de percolación y extracción de cationes básicos por las plantas, cuando hay altas precipitaciones se lixivian grandes cantidades de iones de bases cambiables, que son reemplazados por iones de hidrógeno (Bertsch, 1986).

El 70% de las limitaciones por acidez del suelo están relacionadas a las toxicidades de aluminio y deficiencias de fósforo, magnesio, potasio y la baja mineralización de la materia orgánica. Para resolver estos problemas se utiliza cal que reduce la saturación del aluminio por debajo de los niveles tóxicos para sistemas agrícolas específicos. La dolomita suministra calcio y magnesio quienes estimulan el movimiento de minerales en el subsuelo. Todo ello con el uso de especies y variedades tolerantes a la toxicidad de aluminio y manganeso,

además las combinaciones de cal dolomítica, roca fosfórica y abonos orgánicos ayudan a recuperar los suelos ácidos (Sánchez y Salinas, 1976).

3.2.1.2. Fijación de fósforo en suelos ácidos.

Los problemas que se presentan en los suelos ácidos, es la toxicidad del aluminio y/o manganeso y la baja disponibilidad de elementos esenciales para las plantas tales como el fósforo, el calcio y magnesio. Las formas reactivas del fierro y aluminio hacen que las formas solubles de fósforo reaccionen y se transformen en otros menos solubles y poco aprovechables por las plantas, fenómeno llamado fijación que se da con mayor frecuencia en los suelos ácidos. Estos suelos son invariablemente de textura media a fina con altos niveles de óxidos o hidróxidos de fierro y aluminio (orden Oxisol y Ultisol y ciertos Inceptisoles y Alfisoles) (Sánchez, 1976).

3.2.2. Roca fosfórica y humus de lombriz.

3.2.2.1. Generalidades de la roca fosfórica.

El fósforo es un elemento ampliamente distribuido en la naturaleza junto al nitrógeno y el potasio como constituyentes primarios de los seres vivos, vegetales y animales. El fósforo posee una serie de funciones en el metabolismo vegetal, es uno de los nutrientes esenciales requeridos para el crecimiento y desarrollo de las plantas. Desempeña funciones estructurales en las macromoléculas como los ácidos nucleicos y de transferencia de la energía en los procesos metabólicos de biosíntesis y degradación. A diferencia de los nitratos y sulfatos, los fosfatos no son reducidos en la planta y permanecen en su forma más altamente oxidada (Organización de las naciones unidas para la agricultura y la alimentación – FAO, 2007).

El fósforo es absorbido principalmente durante el crecimiento vegetativo y luego la mayoría del fósforo absorbido es movilizado a los frutos y semillas durante las etapas reproductivas. Este elemento nutritivo es absorbido por las plantas a partir de la solución suelo como aniones orto fosfato monovalente (H_2PO_4) y divalente (HPO_4) (FAO, 2007).

La roca fosfórica de Bayovar es un fertilizante mineral, constituido por flourapatita, carbonato de diatomita, fragmentos de fósiles, espículas de esponja, pequeñas cantidades de minerales ferromagnesianos y limonitas; es el fosfato natural que sometido a un proceso de concentración por lavado y flotación llega a alcanzar una ley de 30.5% de P_2O_5 (Minero Perú, 1987).

Este mineral es extraído de los yacimientos y enriquecido por flotación, finamente molida donde pasa a través de tamices N° 100, 150 y 300 respectivamente con apariencia arenosa, de color gris amarillento constituido por pellets y oolitos. Químicamente es un fosfato tricálcico combinado con cierta cantidad de fluor, dando lugar al mineral denominado Flourapatita, cuya fórmula es $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6\text{F}_2$, la cual pertenece a la familia mineralógica de las apatitas (Urquiaga, 1980 y Minero Perú, 1987).

ENCI (1980), indica que la composición promedio del mineral natural es:

- | | |
|----------------------|--------|
| - Fosfato tricálcico | 59,74% |
| - Fluoruro cálcico | 4,80% |
| - Sílice | 3,16% |
| - Carbonato cálcico | 9,19% |
| - Sulfato cálcico | 2,50% |

Así mismo ENCI (1980), manifiesta que las características de la roca fosfórica molida usado como abono mineral tiene la siguiente composición:

Elemento	%
N total	0,10
P ₂ O ₅	30,50
Ca	21,00
Mg	1,34
CaO	47,80
K ₂ O	0,10

La efectividad agronómica de la roca fosfórica aplicada a un suelo está relacionada con su solubilidad y esta a su vez es dependiente de: pH del medio, actividad del ion calcio en la solución suelo, contenido de materia orgánica, grado de sustitución del carbonato en la roca fosfórica y tamaño de partículas o finura (Aguirre, 1996).

Agrosecura-Perú, Roca Fosfórica (Fosbayovar) (www.agrosecura.com.pe visitada el 08 de mayo del 2012) describe que la roca fosfórica (Fosbayovar) es un fertilizante mineral recomendado para fertilizar todo tipo de cultivos, pudiendo ser aplicado directamente en el suelo. Las ventajas agronómicas con que cuenta son: enriquecimiento del suelo, facilita la formación de raíces, estimula la floración y la formación de semillas, es fuente de fósforo natural. Además la roca fosfórica de Sechura obtenida y aplicada en el trabajo de investigación tiene como ley 20 % de P₂O₅ y 31 % CaO.

3.2.2.2. Experiencias sobre uso de roca fosfórica y humus de lombriz en suelos ácidos.

En evaluaciones realizadas por Rengifo e Hidalgo, (1988) sobre el programa de recuperación de suelos ácidos de Calzada – Moyobamba, trabajaron con roca fosfórica de Bayovar y encalado, encontrando respuestas favorables con estos materiales para el control de aluminio y el incremento en el rendimiento de cultivos de arroz, maíz y frijol.

De igual manera en un suelo ácido de Aucaloma se realizó la aplicación de humus de lombriz con dosis 10, 15 y 20 t/ha y roca fosfórica de Bayovar entre 100, 150 y 200 kg de P_2O_5 /ha con incorporación de 1 t/ha de cal apagada contribuyeron a elevar el pH del suelo, los contenidos de materia orgánica, contenido de fósforo disponible, contenidos de calcio y magnesio intercambiables y así disminuir los contenidos de aluminio intercambiable (Rengifo, 2000).

Por otra parte en el distrito de la Banda de Shilcayo se desarrolló el trabajo de investigación donde se evaluó dos fuentes y cuatro niveles de fósforo en el cultivo de maíz, donde se utilizó roca fosfórica de Bayovar y superfosfato triple de calcio en niveles de 60, 90, 180 y 270 kg/ha de P_2O_5 para ambos fertilizantes.

Los resultados obtenidos mostraron que la roca fosfórica de Bayovar demostró mayor rendimiento con la dosis mas alta (270 kg/ha/ P_2O_5), dando un rendimiento de 1865 kg/ha, superando al superfosfato triple de calcio que solo alcanzó 750 kg/ha también en su nivel más alto en el cultivo (Chappa y Moncada, 1992).

Trabajo de investigación realizado por Saavedra y Flores (2010), donde estudió el comportamiento del cultivo de tomate, variedad Río grande, frente a la aplicación localizada de diferentes dosis de humus de lombriz en suelos ácidos de Aucasoma, buscando mejorar el rendimiento y rentabilidad del cultivo. Las dosis utilizadas fueron de 2, 4, 6, 8 y 10 t/ha, el experimento realizado demostró que la dosis mas alta de humus de lombriz (10 t/ha) obtuvo mayor rendimiento en el cultivo con 18550 kg/ha. Determinando de esta manera que la utilización de humus de lombriz en suelos ácidos ayuda en el mejoramiento tanto del cultivo y el mejoramiento del suelo.

En otro trabajo realizado por Rojas y Flores (2011), donde evaluó el efecto de diferentes dosis de humus de lombriz en el cultivo de repollo (*Brassica oleracea* L.) con diferentes densidades de siembra. Donde las dosis utilizadas de humus de lombriz fueron 3, 5 y 7 t/ha y las densidades de 0.50 m x 0.30 m, 0.50 m x 0.35 m, 0.50m x 0.40 m. además se aplicó una dosis homogénea de 50 gramos de roca fosfórica para cada planta con la finalidad de suministrar fósforo al cultivo. Los resultados obtenidos fueron que la dosis de 7 t/ha de humus de lombriz alcanzó los niveles mas altos respecto a los parámetros evaluados: altura de planta, área foliar, número de hojas funcionales, diámetro de cabeza y el rendimiento con 31185.67 kg/ha.

3.2.2.3. Generalidades del humus de lombriz.

El humus de lombriz es un abono orgánico de muy alta calidad y alta asimilación por las plantas, es rico en enzimas que actúan sobre la materia orgánica, regenerando los suelos (Vitorino, 1994).

Hickman (2006); refiere que el humus de lombriz cuenta con alto porcentaje de ácidos húmicos y fúlvicos; su acción combinada permite una entrega inmediata de nutrientes asimilables y efecto regulador en la nutrición. De igual manera contiene alta carga microbiana que restaura la actividad biológica del suelo; mejora la estructura, haciéndolo más permeable al agua y al aire, aumenta la retención de agua, libera los nutrientes requeridos por las plantas en forma sana y equilibrada. Cuenta con pH neutro, se puede aplicar en cualquier dosis sin ningún riesgo de quemar las plantas.

Además el humus de lombriz regula la nutrición vegetal, mejora el intercambio de iones, mejora la asimilación de abonos minerales, ayuda en el proceso de disponibilidad del potasio y el fósforo en el suelo, produce gas carbónico que mejora la solubilidad de los minerales, aporta productos nitrogenados al suelo degradado (Hickman, 2006).

Salas (1993), afirma que el humus de lombriz cumple dos funciones: como enmienda y como fertilizante. Como enmienda el humus de lombriz es un material orgánico que corrige problemas de acidez o alcalinidad del suelo. Como fertilizante el humus de lombriz es uno de los más completos porque aporta todos los nutrientes que requiere la planta, lo que no ocurre con los fertilizantes químicos, quienes contienen elementos mayores y menores, además es un

fertilizante orgánico regulador y corrector de suelo. Su estabilidad no produce fermentación o putrefacción.

De acuerdo al análisis del humus de lombriz que se realizó en el laboratorio de suelos de la Facultad de Ciencias Agrarias – UNSM. La composición del humus adquirido y aplicado en el trabajo de investigación cuenta con las siguientes características:

pH	: 7,18
% M.O	: 27,20
% N	: 2,00
% P	: 2,40
% K	: 1,36
meq/100 Ca	: 6,40
meq/100 Mg	: 1,80



IV. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1 Ubicación del campo experimental.

El presente trabajo, se realizó en el fundo Aocaloma de la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto, ubicado en el sector Aocaloma a 15 Km. de Tarapoto, siguiendo la carretera a San Antonio de Cumbaza comprensión del distrito de San Roque provincia de Lamas y región San Martín.

Ubicación Geográfica

- Latitud sur : 6° 20´
- Longitud oeste : 76° 21´
- Altitud : 720 m.s.n.m.m
- Zona de vida : bh –T



Ubicación Política

- Región : San Martín
- Departamento : San Martín
- Provincia : Lamas
- Distrito : San Roque
- Fundo : Aocaloma

4.2 Historia del campo experimental.

El campo donde se llevó a cabo el experimento tiene como propietario la UNSM-T que cuenta hoy en día con aproximadamente 33 hectáreas, donde se desarrollaron y desarrollan muchos proyectos de investigación como es el caso de manejo de suelos ácidos, mediante la fertilización natural y adaptaciones de nuevos cultivos, entre otros.

Hoy en día existe instalaciones de especies forestales y cultivos tolerantes a suelos ácidos como la “piña” (*Ananás comosus*. L.), “marañón” o “casho” (*Anacardium orientale* L.). De la misma manera se desarrollaron trabajos de investigación mediante la adaptación del cultivo de Ajo (*Allium sativum*) y cebolla roja (*Allium cepa* L.)

En temas de fertilización con roca fosfórica, se llevó a cabo con los cultivos de repollo (*Brassica oleracea* L.), maíz (*Zea mays*.). Y la fertilización con gallinaza en los cultivos de plátano (*Musa paradisiaca*), maracuyá (*Passiflora edulis*) haciendo de esta manera el aprovechamiento máximo del fundo Aucaloma en el tema de investigación en suelos ácidos. El campo donde se desarrolló el trabajo tenía la presencia de la enfermedad conocida como mancha gris del tomate (*Stemphylium solani*).

4.3 Condiciones climáticas.

El experimento se realizó entre los meses de agosto a diciembre del 2011, durante este periodo las condiciones climáticas referidas a temperatura y precipitaciones nos proporcionará el SENAMHI. Oficina de Tarapoto, se indican en el cuadro.

Cuadro 1: Datos meteorológicos correspondientes a los meses del experimento Agosto – Diciembre 2011.

MESES	TEMPERATURA MÁXIMA PROM. MENS. °C	TEMPERATURA MÍNIMA PROM. MENS. °C	TEMPERATURA MEDIA PROM. MENS. °C	PRECIPITACIÓN TOTAL MENS. Mm	HUMEDAD RELATIVA MEDIA %
AGOSTO	29,7	17,1	23,4	18,5	83
SETIEMBRE	29,0	19,4	24,2	103,9	83
OCTUBRE	29,3	19,9	24,6	112,9	82
NOVIEMBRE	29,3	19,7	24,5	185,3	83
DICIEMBRE	28,2	19,4	23,8	140,1	85
PROMEDIO	29,1	19,1	24,1	112,14	83,2

Fuente: Estación San Antonio de Cumbaza SENAMHI – San Martín (2011).

4.4 Componentes estudiados.

- a) Dosis de roca fosfórica: 0,5; 1; 1,5; 2; y 2,5 t/ha cuyas dosis de P_2O_5 fueron de 100, 200, 300, 400 y 500 kg/ha respectivamente acompañado con una dosis de 4 t/ha de humus de lombriz (125 kg/ha/N.A.)
- b) Cultivo: Tomate, variedad Río grande.

4.5. Diseño experimental y tratamientos.

Se utilizó el diseño de bloques completo al azar DBCA, con 7 tratamientos y 4 repeticiones.

Cuadro 2: Tratamientos, dosis y aleatorización.

Tratamientos	t/ha	Nutrientes			Bloques			
	Dosis	Kg/ha			I	II	III	IV
		N	P_2O_5	K_2O				
T ₁	Testigo	-	-	-	T ₁₁	T ₂₁	T ₃₁	T ₄₁
T ₂	Humus de Lombriz (4 t/ha)	80,0	-	54,4	T ₁₂	T ₂₂	T ₃₂	T ₄₂
T ₃	Roca fosfórica (0,5 t/ha) + (4 t/ha) Humus de Lombriz	80,5	100	54,9	T ₁₃	T ₂₃	T ₃₃	T ₄₃
T ₄	Roca fosfórica (1 t/ha) + (4 t/ha) Humus de Lombriz	81,0	200	55,4	T ₁₄	T ₂₄	T ₃₄	T ₄₄
T ₅	Roca fosfórica (1,5 t/ha) + (4 t/ha) Humus de Lombriz	81,5	300	55,9	T ₁₅	T ₂₅	T ₃₅	T ₄₅
T ₆	Roca fosfórica (2 t/ha) + (4 t/ha) Humus de Lombriz	82,0	400	56,4	T ₁₆	T ₂₆	T ₃₆	T ₄₆
T ₇	Roca fosfórica (2,5 t/ha) + (4 t/ha) Humus de Lombriz	82,5	500	56,9	T ₁₇	T ₂₇	T ₃₇	T ₄₇

Fuente: Propia

4.6. Características del campo experimental.

Área:

- Largo : 36 m
- Ancho : 17 m
- Área total : 612 m²
- N° bloques : 4
- N° parcelas/bloque : 7

Bloque o repeticiones:

- Largo : 36 m
- Ancho : 3 m
- Separación entre bloques : 1m
- Área total : 108 m²

Parcelas:

- Largo : 4 m
- Ancho : 3 m
- Área total de la parcela : 12 m²
- Área neta experimental : 7,87 m²
- N° de parcela total : 28
- N° plantas por hilera : 9
- N° Plantas por parcela : 45



4.7. Conducción del experimento.

En el siguiente experimento se realizó las siguientes labores:

4.7.1. Instalación de las parcelas.

a) Preparación del terreno definitivo (23 – 08 – 2011).

Dicha labor inició con la limpieza del terreno utilizando herramientas de corte (machete, pala de corte) para el desmalezado, habiendo eliminado la cashucsha (*Imperata cylíndrica*. L) y otras malezas. Luego se procedió a remover el terreno en forma manual, utilizando pala de corte, dejando listo para señalar la parcela de acuerdo al diseño experimental utilizado.



Foto 1: Limpieza de terreno

b) Muestreo y análisis del suelo (03 – 08 – 2011).

Se realizó después de la preparación del área experimental, a una profundidad de 20 cm, que luego fueron llevados al Laboratorio de Suelos de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de San Martín para su respectivo análisis, obteniendo lo que se muestra a continuación:

Cuadro 3: Resultado de análisis físico y químico del suelo.

Determinación	Resultado	Método	Interpretación
Análisis Físico	-----	-----	-----
Arena (%)	76	-----	-----
Limo (%)	7.4		
Arcilla (%)	16.6		
Clase Textural	Fra – Are.	Hidrómetro	Franco Arenoso
Análisis Químico	-----	-----	-----
pH	5.73	Potenciómetro	Medianamente ácido
C.E mmhos/cm ³	0.04	Conductímetro	No salino
CaCO ₃ (%)	0.00	Gas - Volumétrico	-----
Materia orgánica (%)	4.69	Walkley y Black	Alto
Nitrógeno (%)	0.23	-----	Medio
Fósforo P (ppm)	11	Olsen Modificado	Medio
Potasio K (ppm)	65.8	Espect. Absorción atómica.	Bajo
CIC	8.613	-----	Bajo
Ca ²⁺ meq/100	5.2	Espect. Absorción atómica.	Bajo
Mg ²⁺ meq/100	2.8	Espect. Absorción atómica.	Normal
K ⁺ meq/100	0.17	-----	Bajo
Ca+Mg intercambiable (meq/ 100g de suelo)	8.0	Espect. Absorción atómica.	Bajo
Al ⁺³ + H ⁺ intercambiable (meq/ 100g de suelo)	0.40	Extract. Kcl 1N	-----
Suma de Bases	8.17	-----	-----
% Sat. De Bases	69.50	-----	-----

Fuente: Laboratorio de suelos de la Facultad de Ciencias Agrarias de la UNSM – T. (2011).

Cuadro 4: Resultado del análisis físico y químico del humus de lombriz.

Determinación	Resultado	Método	Interpretación
Análisis Químico		-----	-----
pH	7.8	Potenciómetro	Ligeramente alcalino
C.E mmhos/cm ³	0.03	Conductímetro	No salino
Materia orgánica (%)	28,3	Walkley y Black	Normal
Nitrógeno (%)	1,41	-----	Normal
Fósforo P (ppm)	1,95	Olsen Modificado	Medio
Potasio K (ppm)	2,13	Espect. Absorción atómica.	Medio
Ca ²⁺ meq/100	2,54	Espect. Absorción atómica.	Normal
Mg ²⁺ meq/100	1,34	Espect. Absorción atómica.	Normal
Ca+Mg intercambiable (meq/ 100g de suelo)	3,88	Espect. Absorción atómica.	Normal

Fuente: Laboratorio de suelos de la Facultad de Ciencias Agrarias de la UNSM – T. (2011).

c) Trazado del campo experimental (30 – 08 – 2011)

Para el trazado y demarcación del campo experimental, se realizó de conformidad con el croquis de campo utilizando estacas de madera.



Foto 2: Delimitación del área experimental

d) Almacigo (16 – 08 – 2011)

Las semillas de tomate de la variedad Rio Grande fueron adquiridas en una agro veterinaria de la ciudad, cuyas características descritas en el envase son las siguientes: % germinación: 99%, germinación aproximada: 7 – 10 días a 18 °C. Se construyó una cama almaciguera donde se sembró las semillas de tomate en hileras para facilitar la recolección para el trasplante, cuyo sustrato fue 60 % de humus y 40 % de suelo.



Foto 3: Siembra de las semillas en el almacigo



Foto 4: Plantas de tomate a 7 días después de la siembra.

e) Trasplante (09 – 09 – 2011)

Se realizó después de los 21 días de sembrado al momento de la aparición de las dos primeras hojas verdaderas, índices que nos sirvió

para llevarlos a campo definitivo.



Foto 5: Colocación de la planta en campo definitivo.

f) Replante (13 – 09 – 2011)

Se hizo luego del trasplante, sustituyendo a las plantas que no prendieron en el campo.

4.7.2. Labores culturales.

a) Fertilización (08 – 09 – 2011)

Se realizó con la aplicación de roca fosfórica y humus de lombriz con las dosis establecidas por tratamientos de forma focalizada en cada hoyo.

La aplicación se realizó durante la fase vegetativa (semillero), con una dosis de:
Humus de lombriz (4 t/h = 107 g/planta)
Roca fosfórica de Bayovar (0,5; 1; 1,5; 2; 2,5 t/h = 13, 27, 40, 53, 67 g/planta respectivamente)



Foto 6: Aplicación localizada en el poseado para la siembra de las plantas de tomate.

b) Control de malezas (periódicamente)

El control de malezas se realizó de forma mecánica, haciendo deshierbo en forma manual de acuerdo a la presencia de maleza en el campo. Se utilizó machete, pala de corte, lampas.



Foto 7: Deshierbo del campo en estudio

c) Riego (primeros días de trasplante)

Se realizó manualmente con la ayuda de una mochila pulverizadora, debido a la escasez de agua en el lugar. Dicha labor se desarrolló durante los primeros 40 días, desde la siembra en almácigo, por las mañanas y tardes para evitar daños fisiológicos por estrés hídrico que pudo presentar.



Foto 8: Riego localizado para garantizar el establecimiento de la planta trasplantada.

d) Tutoraje (20 – 10 – 2011)

Se llevó a cabo mediante el uso de caña brava de 3,50 m aproximadamente para el amarrare y 0,60 cm para las bases, en espalderas, que fueron colocadas en medio de dos (02) hileras de plantas de tomate. Estas se amarraron con rafia de la parte superior de la planta con la finalidad de mantener los tallos suspendidos, evitando que los frutos tengan contacto con el suelo.



Foto 9: Tutores a base de caña brava.

e) Poda y deschuponado (23 – 09 – 2011)

Se eliminaron los brotes de la parte axilar de las hojas, las enfermas y viejas. Así mismo se eliminaron chupones, esta práctica cultural de prevención a enfermedades se realizó a 15 días después del trasplante.



Foto 10: Planta lista para la poda de las ramas inferiores.

f) Control fitosanitario (periódicamente)

Como insecticida se utilizó Methamidophos + Cypermethrin (Caporal 540 EC) al 3% (3 ml/20l de agua). Como fungicida la mezcla de metalaxil + mancozeb (Hieloxil MIX 72 PM y Ridomil MZ 72 PM) cuya medidas fueron de 5 g/20l y 3 ml/20l respectivamente.



Foto 11: Aplicación de fungicidas, insecticidas aplicados periódicamente.

g) Cosecha (02 y 06 – 12 – 2011)

La cosecha se desarrolló en forma manual cuando el cultivo se encontraba en su madurez fisiológica, y de esta forma se garantizó una buena evaluación para el trabajo de investigación.



Foto 12: Frutos cosechados para las evaluaciones.

4.8. Variables evaluadas.

4.8.1. Campo definitivo.

a. Altura de planta.

Se evaluó las alturas de 10 plantas por cada tratamiento, cada 7 días, teniendo como referencia el tallo visible (nivel del suelo) y la yema terminal.



Foto 13: Evaluación de altura de planta.

b. Número de ramas vegetativas.

Se evaluó el número de ramas vegetativas que presentaban de 10 plantas por tratamiento para realizar las comparaciones respectivas.

c. Número de racimos florales.

Consistió en evaluar los números de racimos de 10 plantas por cada tratamiento, para realizar las comparaciones respectivas con todos los tratamientos.



Foto 14: Evaluación de racimos por planta.

d. Número de flores por planta.

Se evaluó el número de flores de 10 plantas por cada tratamiento para hacer las comparaciones pertinentes entre los tratamientos.



Foto 15: Evaluación de número de flores por planta.

e. Número de frutos por planta.

Se evaluó el número de frutos de 10 plantas por cada parcela de los tratamientos, utilizando el conteo directo de todos los frutos de la planta.



Foto 16: Evaluación del número de frutos por planta.

f. Peso del fruto por planta.

Se registró el peso de 10 frutos a la cosecha en una balanza.



Foto 17: Evaluación del peso de frutos por planta.

g. Rendimiento.

El rendimiento se obtuvo evaluando el total de las cosechas que efectuó en el cultivo por cada tratamiento.



Foto 18: Rendimiento.

h. Análisis económico

Se comparó los costos de producción de cada tratamiento con los rendimientos obtenidos para determinar el o los tratamientos más rentables que mostró el trabajo de investigación.

4.8.2. Aspectos fitosanitarios

a. Incidencia

Se evaluó 10 plantas por tratamientos contabilizando las plantas que presentaron manchas foliares y las plantas sanas, para obtener el porcentaje de acuerdo a la fórmula siguiente:

$$I = (N^{\circ} \text{ de plantas enfermas} / N^{\circ} \text{ plantas sanas}) \times 100.$$

b. Severidad

Para *Stemphylium* sp. se evaluó 10 plantas por cada tratamiento con la escala de Horsfall – Barrat, citado por C. Lee Campbell y Laurence V. Madden 1990.

Cuadro 5: Escala de evaluación para la severidad de *Stemphylium solani*.

GRADO	DAÑO EN ÁREA FOLIAR AFECTADA (% AFA)
0	0
1	0 – 3
2	3 – 6
3	6 – 12
4	12 – 25
5	25 – 50
6	50 – 75
7	75 – 88
8	88 – 94
9	94 – 97
10	97 – 100
11	100

Fuente: C. Lee Campbell y Laurence V. Madden. 1990.

V. RESULTADOS

5.1 Altura de planta (cm).

Cuadro 6: ANVA para la altura de planta (cm) a 51 días después de la aplicación de roca fosfórica.

F de V.	G. L.	S. C.	C. M.	f. c.	P-valor	Signific.
Bloque	3	191,99	64,00	4,60	0,0147	*
Tratamientos	6	410,00	68,33	4,91	0,0039	**
Error	18	250,61	13,92			
Total	27	852,60				

$R^2 = 71 \%$

C.V. = 7,14 %

$S\bar{X} = 3,73$

$\bar{X} = 52,25$

$r = 84,3 \%$

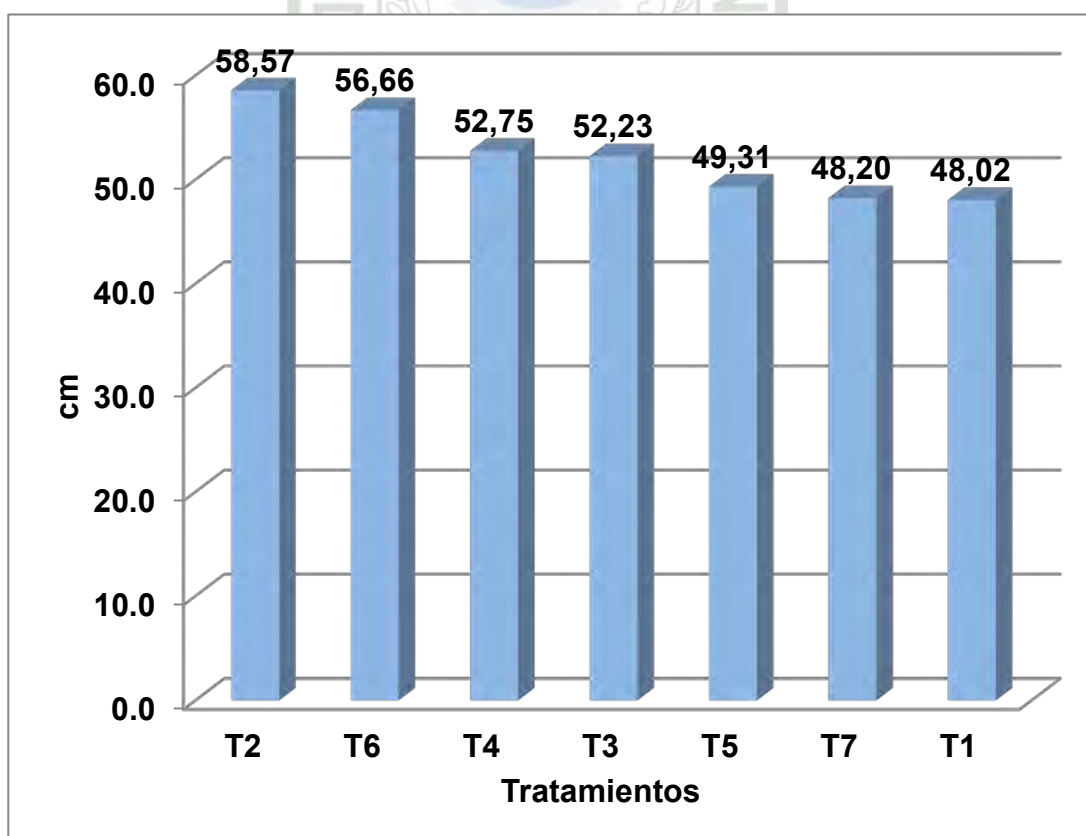


Gráfico 2: Prueba de Duncan (0,05) para la altura de planta (cm) a 51 días después de la aplicación de roca fosfórica.

5.2 Número de ramas vegetativas

Cuadro 7: ANVA para el número de ramas vegetativas por planta a 44 días después de la aplicación de roca fosfórica (Datos transformados \sqrt{x}).

F de V.	G. L.	S. C.	C. M.	f. c.	p-valor	Signific.
Bloque	3	0,04	0,01	1,08	0,3829	NS
Tratamientos	6	0,51	0,09	6,81	0,0007	**
Error	18	0,23	0,01			
Total	27	0,78				

$R^2 = 80 \%$

C.V. = 3,42 %

$S\bar{X} = 0,10$

$\bar{X} = 3,02$

$r = 89,4 \%$

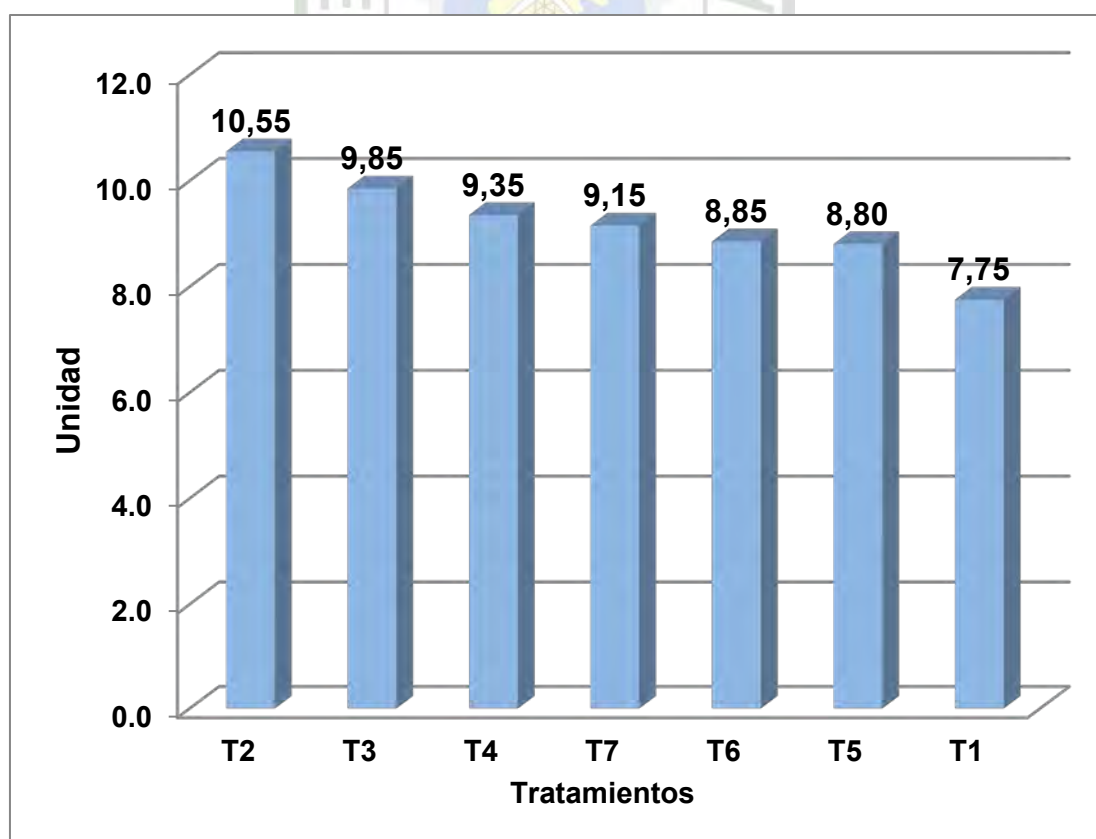


Gráfico 3: Prueba de Duncan (0,05) para el número de ramas vegetativas por planta a 44 días después de la aplicación de roca fosfórica.

5.3 Número de racimos florales

Cuadro 8: ANVA para el número de racimos florales por planta a 58 días después de la aplicación de roca fosfórica (Datos transformados \sqrt{x}).

F de V.	G. L.	S. C.	C. M.	f. c.	p-valor	Signific.
Bloque	3	0,09	0,03	0,69	0,5672	NS
Tratamientos	6	1,93	0,32	7,62	0,0004	**
Error	18	0,76	0,04			
Total	27	2,78				

$$R^2 = 73 \%$$

$$C.V. = 6,82 \%$$

$$S\bar{X} = 0,21$$

$$\bar{X} = 3,01$$

$$r = 85,4 \%$$

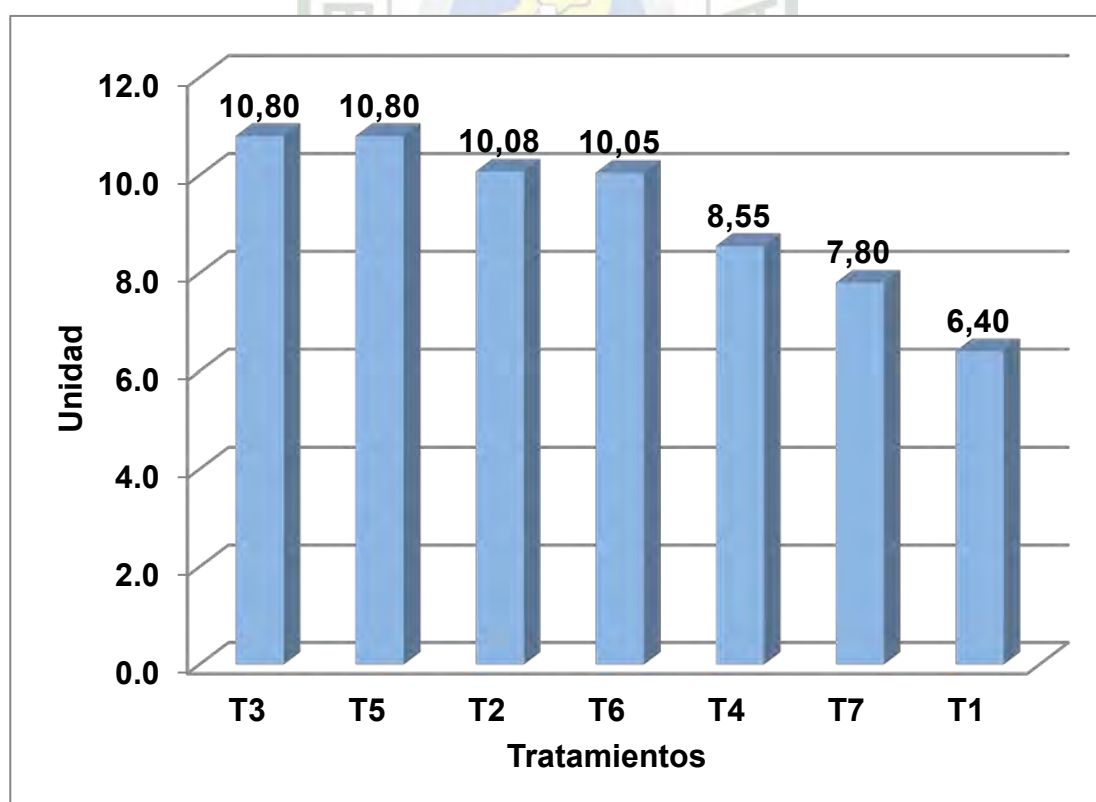


Gráfico 4: Prueba de Duncan (0,05) para el número de racimos florales por planta a 58 días después de la aplicación de roca.

5.4 Número de flores por planta

Cuadro 9: ANVA para el número de flores por planta a 58 días después de la aplicación de roca fosfórica (Datos transformados \sqrt{x}).

F de V.	G. L.	S. C.	C. M.	f. c.	p-valor	Signific.
Bloque	3	0,25	0,08	1,25	0,3217	NS
Tratamientos	6	3,90	0,64	9,93	0,0001	**
Error	18	1,17	0,07			
Total	27	5,32				

$$R^2 = 78 \%$$

$$C.V. = 7,09 \%$$

$$S\bar{X} = 0,26$$

$$\bar{X} = 3,61$$

$$r = 88,3 \%$$

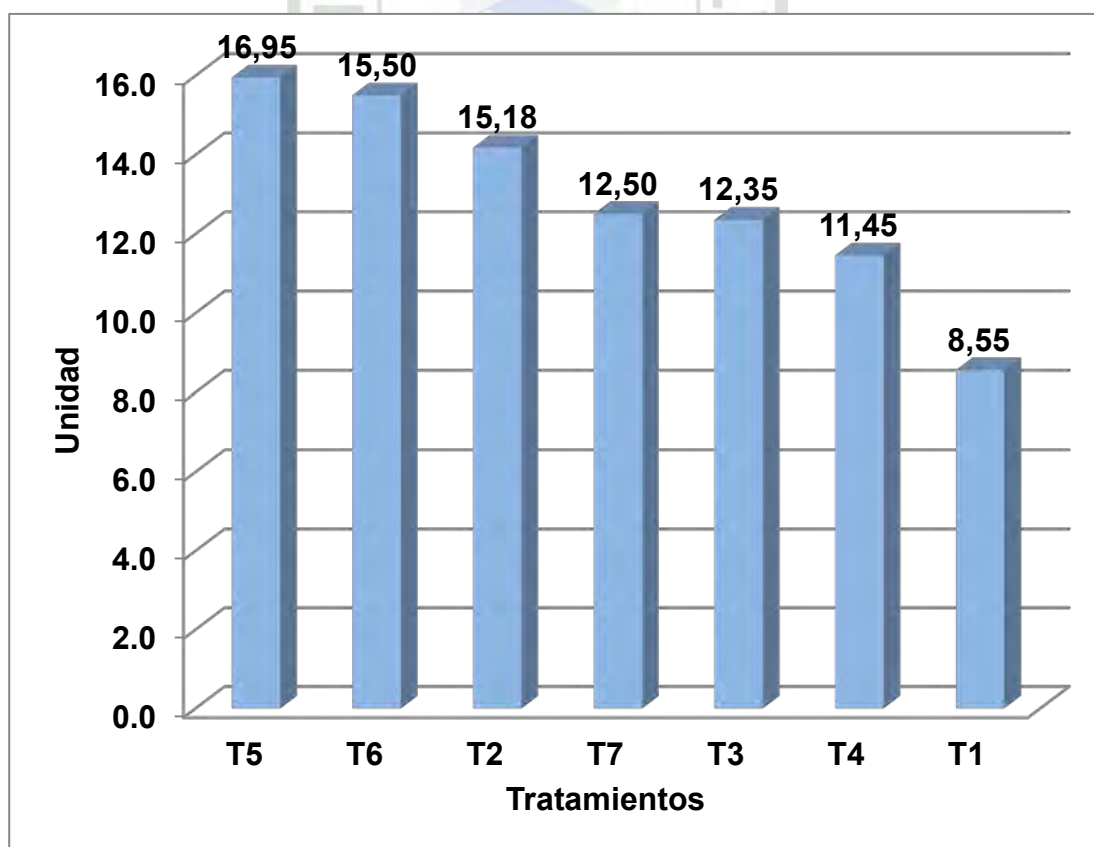


Gráfico 5: Prueba de Duncan (0,05) para el número de flores por planta a 58 días después de la aplicación de roca fosfórica.

5.5 Número de frutos por planta

Cuadro 10: ANVA para el número de frutos por planta a 65 días después de la aplicación de roca fosfórica (Datos transformados \sqrt{x}).

F de V.	G. L.	S. C.	C. M.	f. c.	p-valor	Signific.
Bloque	3	0,38	0,12	1,08	0,3839	NS
Tratamientos	6	5,07	0,84	7,14	0,0005	**
Error	18	2,12	0,11			
Total	27	7,57				

$$R^2 = 72 \%$$

$$C.V. = 10,29 \%$$

$$S\bar{X} = 0,34$$

$$\bar{X} = 3,34$$

$$r = 84,8 \%$$

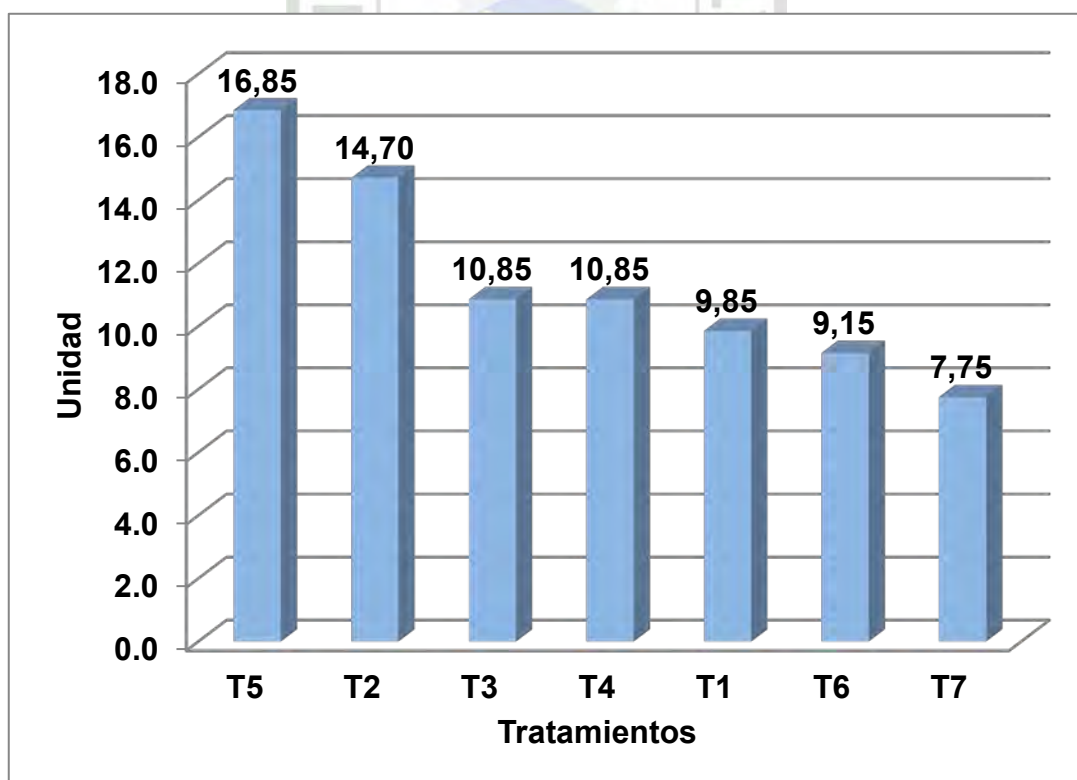


Gráfico 6: Prueba de Duncan (0,05) para el número de frutos por planta a 65 días después de la aplicación de roca fosfórica.

5.6 Peso de frutos por planta (g)

Cuadro 11: ANVA para el peso de frutos por planta a 73 días después de la aplicación de roca fosfórica.

F de V.	G. L.	S. C.	C. M.	f. c.	p-valor	Signific.
Bloque	3	4260,86	1420,29	1,46	0.2580	NS
Tratamientos	6	444618,43	74103,07	76,32	0.0001	**
Error	18	17476,14	970,90			
Total	27	466355,43				

$$R^2 = 96 \%$$

$$C.V. = 5,84 \%$$

$$S\bar{X} = 31,16$$

$$\bar{X} = 533,85$$

$$r = 97,9 \%$$

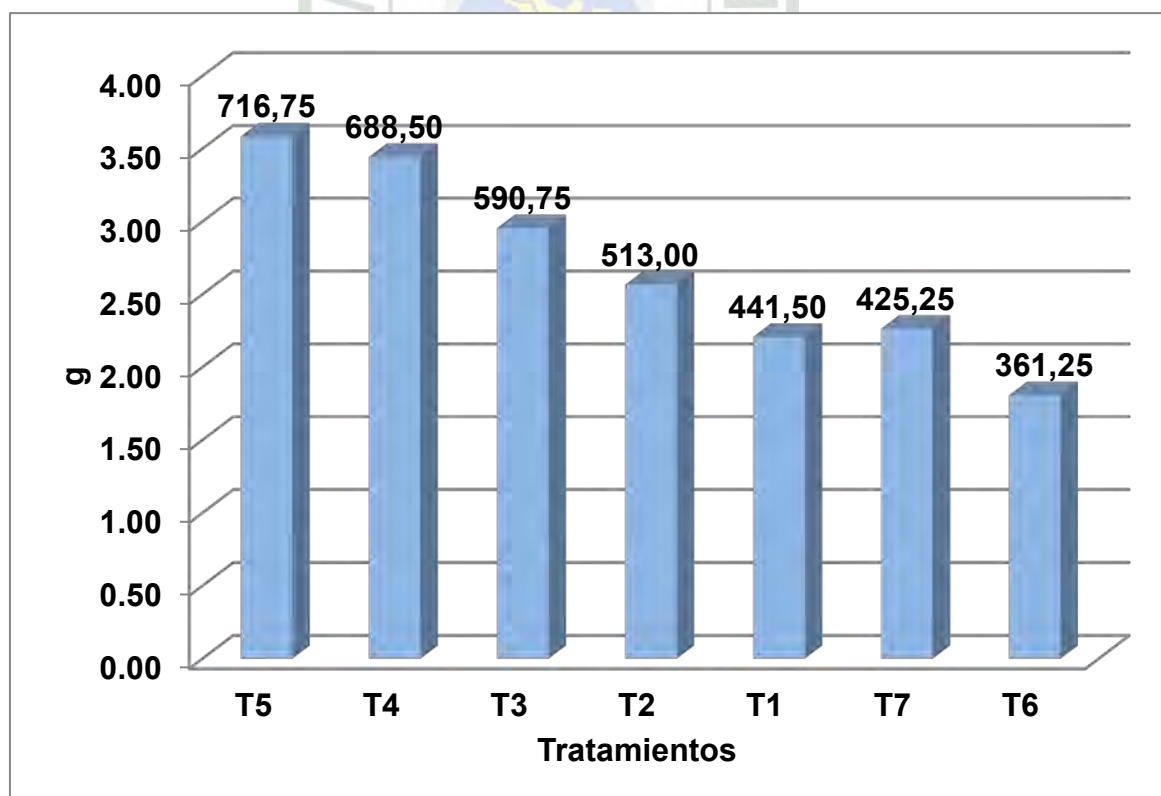


Gráfico 7: Prueba de Duncan (0,05) para el número de frutos por planta a 73 días después de la aplicación de roca fosfórica.

5.7 Rendimiento.

Cuadro 12: ANVA para el rendimiento en t/ha.

F de V.	G. L.	S. C.	C. M.	f. c.	p-valor	Signific.
Bloque	3	3,03	1,01	1,46	0,2576	NS
Tratamientos	6	316,11	52.68	76,43	0.0001	**
Error	18	12,40	0,69			
Total	27	331,54				

$R^2 = 96 \%$

$C.V. = 5,83 \%$

$S\bar{X} = 0,83$

$\bar{X} = 14,24$

$r = 97,9 \%$

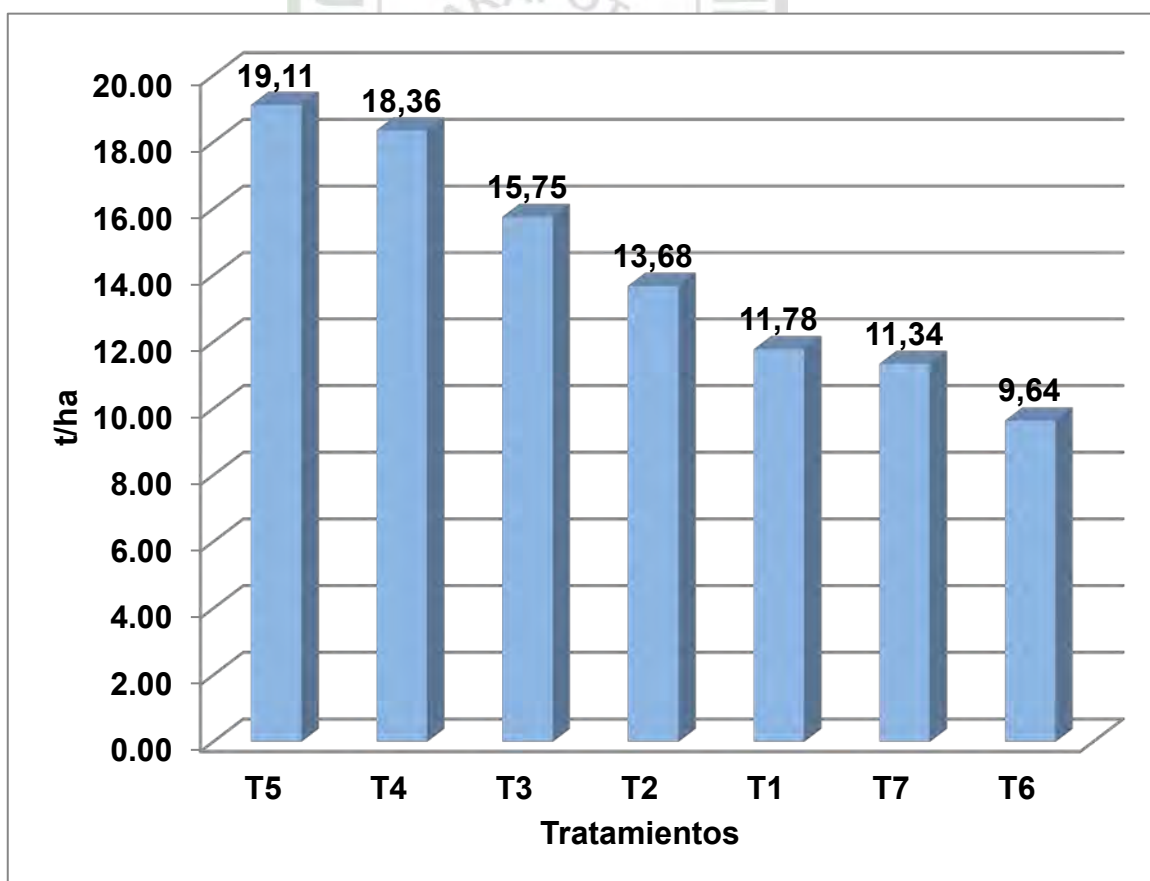


Gráfico 8: Prueba de Duncan (0,05) para el rendimiento en t/ha.

5.8 Aspectos fitosanitarios.

5.8.1. Incidencia.

Cuadro 13: ANVA para el porcentaje de área foliar afectada por Moho de la hoja (*Cladosporium sp*).

F de V.	G. L.	S. C.	C. M.	f. c.	p-valor	Signific.
Bloque	3	152,27	50,76	0,95	0,4380	NS
Tratamientos	6	11094,92	1849,15	34,56	0.0001	**
Error	18	963,12	53,51			
Total	27	12210,31				

$R^2 = 92 \%$

C.V. = 14,33 %

$S\bar{X} = 7,31$

$\bar{X} = 51,04$

$r = 95,9 \%$

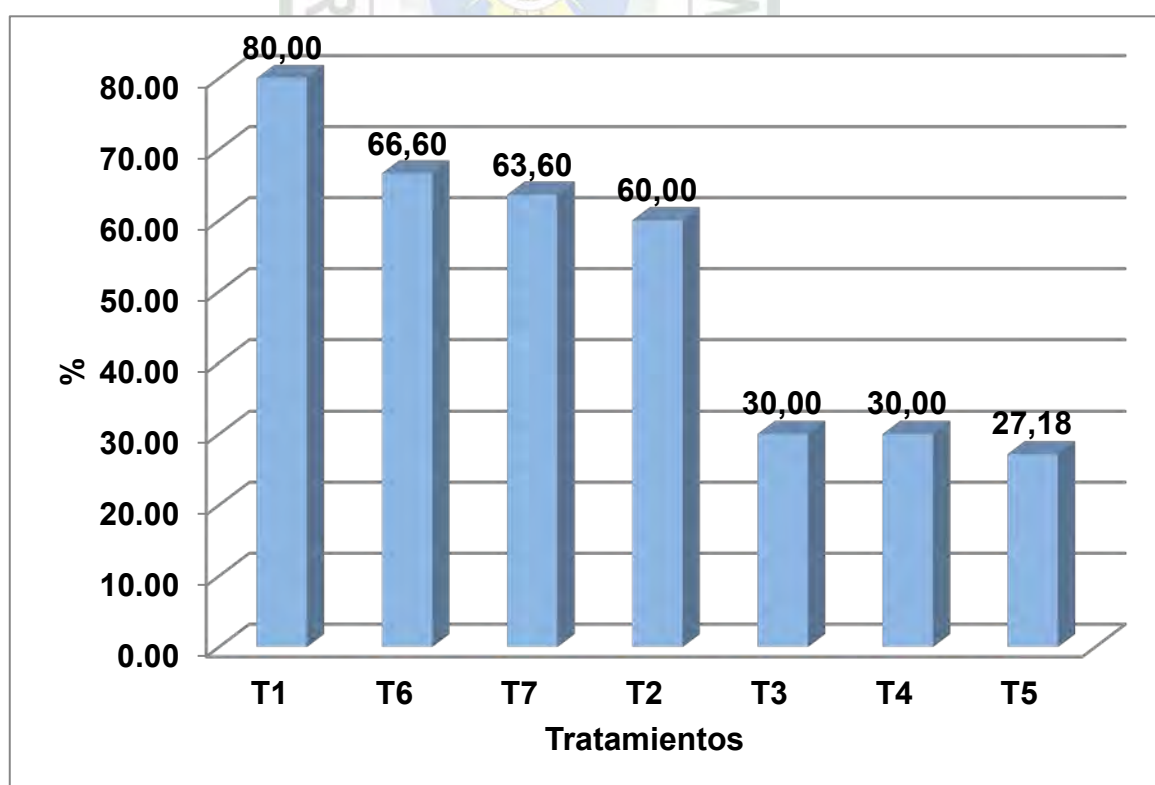


Gráfico 9: Prueba de DUNCAN (0,05) para el porcentaje de área foliar afectada por Moho de la hoja (*Cladosporium sp*)

5.8.2. Severidad.

Cuadro 14: Severidad del daño ocasionado por Mancha gris (*Stemphylium solani*) en el cultivo de tomate.

N° orden	Tratamiento	ENFERMEDAD			
		Mancha gris (<i>Stemphylium solani</i>)			
		Plantas evaluadas/Tto	Plantas afectadas/Tto	AFA %	GRADO
1	1	10	3,75	27,50	5
2	2	10	3,00	32,50	5
3	3	10	2,25	22,50	4
4	4	10	1,25	10,00	3
5	5	10	1,00	10,00	3
6	6	10	5,25	57,50	6
7	7	10	4,75	42,50	5

Fuente: Cuadro 5 (C. Lee Campbell y Laurence V. Madden. 1990)

5.9 Análisis económico.

Cuadro 15: Análisis económico de la producción de tomate.

Ttos	Rdto (kg/ha)	Costo de producción (S/.)	Precio de venta x kg (S/.)	Beneficio bruto (S/.)	Beneficio neto (S/.)	B/C	Rentabilidad (%)
T1	11773	9553	0.80	9419	-134	0.99	-1.40
T2	13680	12206	0.80	10944	-1262	0.90	-10.34
T3	15753	12965	1.30	20479	7514	1.58	57.96
T4	18360	13460	1.30	23868	10408	1.77	77.32
T5	19113	13955	1.30	24847	10892	1.78	78.05
T6	9633	14450	1.30	12523	-1927	0.87	-13.33
T7	11340	14945	0.80	9072	-5873	0.61	-39.30

- El precio de venta al mercado fue determinado en 2 precios: S/. 1,30 kg para los frutos grandes y a S/ 0,80 kg para los tomates de segunda categoría.

VI. DISCUSIÓN

6.1. De la altura de planta (cm).

El análisis de varianza (cuadro 6) para la altura de plantas a 51 días después de la aplicación de roca fosfórica, efectuado en el sistema de análisis estadístico (SAS) se detectó diferencias significativas entre bloques, debido a la heterogeneidad que existió entre ellos, para los tratamientos se observa alta diferencia significativa el cual determina que la aplicación de roca fosfórica y humus de lombriz mostraron efecto sobre la altura de la planta. Además el coeficiente de determinación (R^2) con 71 % nos explica una alta relación y correlación entre los tratamientos estudiados y la altura de planta, por otro lado el valor obtenido para el coeficiente de variabilidad con 7,14 % demuestra que la evaluación efectuada es confiable para el trabajo realizado en campo (Calzada, 1970).

Asimismo, en el gráfico 2 de la prueba de Duncan (0,05) se observa que existe diferencia estadística entre los tratamientos estudiados, el tratamiento T_2 (4 t/ha/humus) con 58, 57 cm, diferenciándose mínimamente con el tratamiento T_6 (2 t/ha/R.F. + 4 t/ha/humus) que tuvo 56,66 cm. Para el caso del T_2 el crecimiento longitudinal se atribuye al aporte de nitrógeno por parte del humus, que contribuyó con 80 kg de nitrógeno asimilable por hectárea que junto a otros macro y micronutrientes ayudaron en la división celular e incremento de las células de la planta, esta explicación se atribuye con Hickman (2006); quien hace referencia que el humus de lombriz como coloide ayuda a la disponibilidad de otros nutrientes esenciales para la planta. Para el caso del T_6 igualmente el nitrógeno contribuyó al mayor desarrollo, no interviniendo el fósforo en este parámetro evaluado. En los demás tratamientos que además de humus de lombriz tenían roca fosfórica como T_4 (1 t/ha/R.F + 4 t/ha/humus), T_3 (0,5 t/ha/R.F + 4 t/ha/humus) y T_5 (1,5 t/ha/R.F + 4

t/ha/humus) las alturas fueron de 52,75; 52,23; 49,31 cm respectivamente, menor que los anteriores. Esto se puede explicar a que la asimilación de nitrógeno no haya sido suficiente por problemas de humedad en el suelo debido a que estos tratamientos se encontraban en zonas con desniveles el cual debió impedir la asimilación adecuada del nitrógeno.

El T₇ (2,5 t/ha/R.F + 4 t/ha/humus) que tuvo el más alto contenido de roca fosfórica cuya altura de planta fue baja con 48,20 cm se puede tratar al desequilibrio que hubo entre los nutrientes debido al exceso de fósforo 500 kg/ha/P₂O₅, haciendo posible el bloqueo de la asimilación de Ca y K, formando fosfatos de calcio y Magnesio. Para el caso de T₁ (Testigo) cuya altura fue 48,02 cm se puede atribuir a los bajos contenidos de nutrientes disponibles en el suelo. Lo afirmado para el caso de la influencia de la roca fosfórica lo explica Sánchez, (1976), quien manifiesta que el problema que presentan los suelos ácidos es la disponibilidad de los nutrientes.

6.2. Del número de ramas vegetativas

Al apreciar el análisis de varianza (cuadro 7) para el número de ramas vegetativas a 44 días después de la aplicación de roca fosfórica. Donde los datos han sido transformados (\sqrt{x}) y analizados en el sistema de análisis estadístico (SAS) se observa que entre bloques no existe diferencia estadística mostrando homogeneidad. Por otro lado, en los tratamientos la diferencia es altamente significativa indicando el efecto de la roca fosfórica y humus de lombriz para el parámetro evaluado. Además el coeficiente de determinación (R^2) con 80 % nos explica una alta relación y correlación entre los tratamientos estudiados y el número de ramas vegetativas, por su parte el coeficiente de variabilidad con 3,42 %

demuestra que las evaluaciones realizadas estuvieron dentro de los estándares de aceptabilidad para el trabajo en campo (Calzada, 1970).

Por otra parte, en el gráfico 3 de la prueba de Duncan (0,05) se observa que existe diferencia estadística en cuanto al número de ramas de los tratamientos estudiados. Al respecto, destacaron T_2 (4 t/ha/humus) con 10,55 y T_3 (0,5 t/ha/R.F + 4 t/ha/humus) con 9,85 ramas vegetativas por planta respectivamente, siendo estadísticamente iguales. El parámetro evaluado demuestra que el nutrientes principal para la formación de mayor número de ramas es el nitrógeno aportado principalmente por el humus de lombriz con 80 kg/ha/N.A. aproximadamente que se encontraba en la dosis de humus aplicado (4000 kg/ha/humus), debido a que los tratamientos T_4 (1 t/ha/R.F + 4 t/ha/humus), T_7 (2,5 t/ha/R.F + 4 t/ha/humus), T_6 (2 t/ha/R.F + 4 t/ha/humus) y T_5 (1,5 t/ha/R.F + 4 t/ha/humus) cuyos resultados fueron 9,35; 9,15; 8,85 y 8,80 ramas vegetativas por planta respectivamente se diferenciaron en mínimas cantidades respecto a los dos primeros tratamientos antes mencionados.

Esto es corroborado por Saavedra y Flores, (2010), quienes al evaluar diferentes dosis de humus de lombriz en el cultivo de tomate obtuvieron respuestas similares con el tratamiento de mayor dosis de humus (10 t/ha) donde se puede explicar que la dosis utilizada de humus de lombriz ayudó a la planta. Es así que se explica las bondades con que cuenta el humus de lombriz tales como: entrega inmediata de nutrientes asimilables, alta carga microbiana que restaura la actividad biológica del suelo, retiene el agua, equilibra el pH, etc (Hickman, 2006).

Caso contrario en el T_1 (testigo) con 7,75 ramas vegetativas por planta fue estadísticamente el menor de todos los tratamientos evaluados para el número de ramas, lo cual nos indica que los nutrientes no se encontraban disponibles en su totalidad para ser utilizada por la planta, demostrando que para el parámetro evaluado, la fertilización efectuada principalmente con humus ayudó considerablemente en el desarrollo del cultivo y fue mejorador de la disponibilidad de nutrientes del suelo.

6.3. Del número de racimos florales

En el cuadro 8 del análisis de varianza para el número de racimos florales a 58 días después de la aplicación de roca fosfórica para los datos transformados (\sqrt{x}). Se observa que entre bloques no existe diferencia significativa el cual determina la homogeneidad entre los bloques; caso contrario sucede en los tratamientos donde se observa diferencias altamente significativas. Lo anterior nos indica que la aplicación de humus de lombriz junto a la roca fosfórica tuvo efecto sobre el número de racimos florales en el cultivo de tomate. Por su parte el coeficiente de determinación (R^2) con 73 % nos explica una alta relación y correlación entre los tratamientos estudiados y el número de racimos florales, demostrando que la roca fosfórica y humus de lombriz fueron indicadores del efecto sobre el número de racimos florales en los tratamientos. El coeficiente de variabilidad a su vez fue 6,82 % demostrando que las evaluaciones realizadas se encuentran dentro los rangos de aceptabilidad para investigaciones en campo (Calzada, 1970).

En el gráfico 4 de la prueba de Duncan (0,05), observamos que los tratamientos T_3 (0,5 t/ha/R.F + 4 t/ha/humus) y T_5 (1,5 t/ha/R.F + 4 t/ha/humus) que suministraban 100 y 300 kg/ha/ P_2O_5 respectivamente mostraron superioridad con 10,80

racimos/planta para ambos siendo estadísticamente iguales. Al parecer la interrelación de la roca fosfórica y el humus de lombriz han ayudado a formar más racimos en el cultivo, gracias al fósforo disponible para la planta. Siguiéron los tratamientos T_2 (4 t/ha/humus) y T_6 (2 t/ha/R.F + 4 t/ha/humus) con 10,08 y 10,05 racimos/planta respectivamente, siendo iguales estadísticamente pero menores que los dos primeros. El T_4 (1 t/ha/R.F + 4 t/ha/humus) con 8,55 mostró menor número de racimos florales que los anteriores pero la diferencia con el T_3 fue solo de 2 racimos aproximadamente; el bajo número de racimos por planta estuvo determinado por la presencia de malezas en el T_4 el cual pudo limitar el desarrollo de la planta, ya que el control fue de forma esporádica y no se logró controlar en su totalidad a las diferentes malezas.

Por su parte el T_7 (2,5 t/ha/R.F + 4 t/ha/humus) con 500 kg/ha/ P_2O_5 y T_1 (Testigo) se asemejaron en los resultados con 7,80 y 6,40 racimos florales respectivamente; para el primero se explica a que el motivo de mostrar el menor número de racimos florales fue al exceso de fósforo en este tratamiento que trajo desbalance en la relación con otros nutrientes, disminuyendo la asimilación de Ca y K los cuales son indispensables para el cultivo de tomate, esto se corrobora con Barahona, (1978), quien indica que la dosificación de N, P y K deben estar en equilibrio, y que el cultivo de tomate requiere de N: 170, P: 25, K: 275 kg/ha para garantizar la producción de 30 t/ha de tomate aproximadamente.

En lo que respecta al T_1 (testigo) mostró insuficiencias en los parámetros evaluados por la falta de nutrientes disponibles que no proporcionaba el suelo por tratarse de suelos ácidos y pobres en nutrientes esenciales como P, K, Ca que son

indispensables en el cultivo de tomate, de esta manera la planta estuvo afectada significativamente en su desarrollo fisiológico.

6.4. Del número de flores por planta

En el análisis de varianza con datos transformados a la \sqrt{x} (cuadro 9) se presenta los resultados para el número de flores obtenidas a 58 días después de la aplicación de roca fosfórica, en él se observa que no existe diferencia estadística entre los bloques, demostrando que hubo homogeneidad entre ellos. Sin embargo entre los tratamientos si se encontró alta diferencia significativa deduciendo que tanto el humus de lombriz como la roca fosfórica influenciaron en la formación del número de flores por planta en el cultivo. El coeficiente de determinación (R^2) con 78 % nos explica una alta relación y correlación en los tratamientos estudiados y la variable número de flores por planta. A su vez el coeficiente de variabilidad con 7,09 % no implica mayores cuidados de interpretación, debido a que la dispersión de la información obtenida es pequeña y el cual se encuentra dentro del rango aceptado para estudios en terreno definitivo (Calzada, 1970).

De igual manera en el gráfico 5 de la prueba de Duncan (0,05) para el número de flores por planta observamos que el tratamiento con mayor número de flores fue el T_5 (1,5 t/ha/R.F + 4 t/ha/humus) con 16,95 flores/planta, seguido del T_6 (2 t/ha/R.F + 4 t/ha/humus) con 15,50 flores/planta. Esto sugiere que en cuanto al número de flores, el fósforo suministrado por la roca fosfórica con 300 y 400 kg/ha/ P_2O_5 ha actuado considerablemente en la planta; se indica lo anterior en virtud a lo afirmado por Agrosecura-Perú, Roca Fosfórica (Fosbayovar) donde se describe que la roca fosfórica (Fosbayovar) es un fertilizante mineral, el cual puede ser aplicado

directamente en los suelos y que a parte de fomentar el enriquecimiento del suelo, facilita la formación de raíces, estimula la floración y la formación de semillas.

Para el caso del tratamiento T_2 (4 t/ha/humus) con 15,18 flores/planta se diferenció en una flor aproximadamente respecto al T_5 , esto hace de manifiesto que tanto el fósforo y el nitrógeno (80 kg/ha) que se encontró en 4000 kilogramos de humus de lombriz, también tuvo influencia en la formación de flores debido a las características nutricionales con la que cuenta como abono orgánico que aporta nutrientes esenciales de alta asimilación por las plantas, y además es rico en enzimas que actúan sobre la materia orgánica (Vitorino, 1994).

Hickman (2006); por su parte refiere que el humus de lombriz su acción combinada permite una entrega inmediata de nutrientes asimilables y efecto regulador en la nutrición. Además el humus de lombriz regula la nutrición vegetal, mejora el intercambio de iones, mejora la asimilación de abonos minerales, ayuda en el proceso del potasio y el fósforo en el suelo, haciéndolos más disponibles para la planta evitando la adsorción en el complejo de cambio del suelo.

En cuanto a los tratamientos T_7 (2,5 t/ha/R.F + 4 t/ha/humus), T_3 (0,5 t/ha/R.F + 4 t/ha/humus) y T_4 (1 t/ha/R.F + 4 t/ha/humus), mostraron menor número de flores por planta con 12,50; 12,35 y 11,45 respectivamente se puede explicar lo siguiente, para el primer caso fue debido a la excesiva aplicación de fósforo (500 kg/ha/ P_2O_5), que trajo consigo el desbalance de nutrientes en el suelo con la abundancia de fósforo, minimizando la absorción de K, Ca, etc. Contrario a ello en los tratamientos con 0,5 y 1 t/ha/R.F la menor cantidad de número de flores, puede atribuirse a factores como la presencia de insectos que atacaron con mayor intensidad a dichos tratamientos, específicamente a las flores donde afectó a la formación del número de flores, a ello

sumado la mancha gris (*Stemphylium solani*) que marchitaron a las flores produciendo sus desprendimiento de la planta, esto debido probablemente a la no aplicación oportuna de fungicida para evitar el quemado de las flores.

Se indica que en el mes de floración del cultivo que fue en octubre (SENAMHI – San Martín 2011), la humedad relativa fue de 82 %, deduciéndose que al no aplicar oportunamente fungicidas a estos tratamientos, fueron afectados a mayor escala por hongos a diferencia de los demás. En el caso del T₁ (Testigo), como en la mayoría de los parámetros evaluados ocupa el último lugar por los problemas que presentó el suelo ácido de Aucasoma.

6.5. Del número de frutos por planta

El análisis de varianza (cuadro 10), con datos transformados a la \sqrt{x} , para el número de frutos por planta obtenidos a 65 días después de la aplicación de roca fosfórica, se observa que no existe diferencia estadística entre bloques mostrando homogeneidad. Caso contrario sucedió en los tratamientos donde existe alta diferencia significativa, el cual nos muestra que la aplicación de roca fosfórica y humus de lombriz mostraron efecto en el número de frutos por planta. Por su parte, el coeficiente de determinación (R^2) fue de 72 % el cual nos explica una alta relación y correlación entre los tratamientos estudiados y el número de frutos por planta, siendo así indicador de determinación aceptable por el efecto de las dosis de roca fosfórica y humus aplicado. El coeficiente de variabilidad a su vez fue de 10,29 % demostrando así que las evaluaciones realizadas se encuentran dentro los rangos de aceptabilidad para investigación en campo (Calzada, 1970).

Por otra parte, en el gráfico 6 para la prueba de Duncan (0,05) observamos que el T₅ (1,5 t/ha/R.F + 4 t/ha/humus) con 16,85 y el T₂ (4 t/ha/humus) con 14,70 frutos/planta mostraron el mayor número de frutos por planta. Esto nos indica que la dosis aplicada de roca fosfórica (1,5 t/ha) y humus para ambos casos (4 t/ha) quienes aportaron 300 (kg/ha/P₂O₅) y 80 (kg/ha/N.A) ayudaron en la obtención de mayor número de frutos por planta. Al respecto, se puede atribuir de acuerdo lo manifestado por Salas (1993), que el humus de lombriz como fertilizante pudo aportar los nutrientes requeridos por la planta, además que es un fertilizante orgánico regulador y corrector de suelo.

Para el caso de los T₃ (0,5 t/ha/R.F + 4 t/ha/humus) y T₄ (1 t/ha/R.F + 4 t/ha/humus), con 10,85 frutos/plantas para ambos mostraron una diferencia aproximada de 4 a 5 frutos/planta respecto a los dos anteriores. El menor número de frutos respecto a los dos primeros puede ser debido a factores externos que no se corrigió a tiempo durante el experimento como fue el control rápido y total de la maleza, donde afectó el normal desarrollo del cultivo en los tratamientos mencionados. Por tal motivo existió competencia por la obtención de nutrientes entre el cultivo y la maleza, minimizando la capacidad de formar frutos por la falta de asimilación de nutrientes.

En el caso del T₁ (Testigo), al no tener los nutrientes necesarios para el cultivo produjo solo 9,85 frutos/planta, resultando pequeños y de baja calidad. Por otra parte en los tratamientos T₆ (2 t/ha/R.F + 4 t/ha/humus) y T₇ (2,5 t/ha/R.F + 4 t/ha/humus) con 9,15 y 7,75 frutos/plantas respectivamente, donde las dosis de fósforo con 400 y 500 kg/ha/P₂O₅) fueron excesivas por lo cual no lograron producir mayor número de frutos, debido al desequilibrio de los nutrientes. Esto puede ser

atribuido a que al aplicar dosis altas de roca fosfórica hubo un desbalance entre los tres principales nutrientes N, P y K (Barahona, 1978).

Sumado a ello enfermedades como “Mancha gris” (*Stemphylium solani*) y “Moho de la hoja” (*Cladosporium* sp), debido a que la falta de nutrientes ha hecho que la planta no se encuentre bien formado estructuralmente (paredes celulares), haciéndolos más susceptibles al ataque de la enfermedad.

6.6. Del peso de frutos por planta (g)

En el cuadro 11 se presenta el análisis de varianza para el peso de los frutos cosechados/planta a 73 días después de la aplicación de roca fosfórica, donde se observa que entre bloques no existe significancia, mostrando homogeneidad. Por su parte entre los tratamientos la diferencia es altamente significativa, indicando así el efecto que tuvo la aplicación de roca fosfórica en sus diferentes dosis junto al humus de lombriz en el parámetro evaluado. Por su parte el coeficiente de determinación (R^2) fue 96 % el cual nos explica una alta relación y correlación entre los tratamientos estudiados y el peso de frutos por planta, considerando el efecto de las dosis de roca fosfórica y humus de lombriz aplicados. El coeficiente de variabilidad fue a su vez 5,84 % demostrando que las evaluaciones realizadas se encuentran dentro los rangos de aceptabilidad para investigaciones en campo (Calzada, 1970).

Por otro lado, en el gráfico 7 de la prueba de Duncan (0,05) el T_5 (1,5 t/ha/R.F + 4 t/ha/humus) y T_4 (1 t/ha/R.F + 4 t/ha/humus), con 716,75 y 688,50 g/frutos/planta respectivamente, siendo estadísticamente iguales. Las cantidades de 200 y 300 (kg/ha/ P_2O_5) que las dosis anteriores T_4 y T_5 suministraron al suelo al parecer existió balance entre los nutrientes, esto concuerda con lo dicho por Barahona,

(1978) quien indica que la dosificación de N – P – K deben estar en equilibrio, y que el cultivo de tomate requiere de N: 170, P: 25, K: 275 kg/ha para garantizar rendimientos de 30 t/ha aproximadamente y buena calidad. Esto relacionado con lo que se encontró en el suelo (45 – 5 – 69), más las dosis aplicadas (125 – 250 – 55) han ayudado a encontrar equilibrio entre los nutrientes y estos a su vez ser disponibles para la planta.

En cuanto al T₃ (0,5 t/ha/R.F + 4 t/ha/humus) que obtuvo 590,75 g/frutos/planta y el T₂ (4 t/ha/humus) con 513,00 g/frutos/planta estuvieron por debajo de los dos primeros, se puede atribuir a que hubo menor disponibilidad, ya que tenían solo 100 (kg/ha/P₂O₅) para el caso del T₃, y para el T₂ solo tenía nitrógeno en cantidad aceptable pero el fósforo y potasio estaban en deficiencia debido a que no aplicó roca fosfórica, afectando de esta manera el crecimiento de la planta.

Por su parte el T₁ (Testigo), T₇ (2,5 t/ha/R.F + 4 t/ha/humus) y T₆ (2 t/ha/R.F + 4 t/ha/humus), cuyos pesos fueron 441,50; 425, 25 y 361,25 respectivamente, resultaron los mas bajos.

En el caso del T₁ (Testigo) se puede considerar que el menor peso encontrado está relacionado a la falta de fósforo y nitrógeno que necesita el cultivo para el desarrollo óptimo ya que dentro del suelo se encontraba solo 45 kg/ha/N.A. y 5 kg/ha/P₂O₅, siendo insuficientes para el cultivo, ya que el suelo presentó deficiencias en el abastecimiento de nutrientes.

Para el caso del T₇ y T₆ contrariamente, el menor peso de frutos puede ser explicado por el desbalance entre los nutrientes producido por el exceso de fósforo (400 y 500 kg/ha/P₂O₅), considerando lo reportado por Barahona, (1978), quien afirma que en la producción, los frutos pueden presentar problemas de peso debido

al exceso de nutrientes, ya que puede crear problemas de esterilidad en las flores y por ende crecimiento anómalo de los frutos.

Además del problema en otro de los problemas que trae consigo el exceso de nutrientes es la presencia mayoritaria de enfermedades como Mancha gris” (*Stemphylium solani*) y “Moho de la hoja” (*Cladosporium* sp) que afectaron aún más el cultivo, el cual trajo baja producción en la obtención de buenos frutos con pesos esperados y con la calidad que el consumidor exige.

6.7. Del rendimiento (t/ha)

En el cuadro 12, se presenta el análisis de varianza para el rendimiento en t/ha por tratamientos después de la aplicación de roca fosfórica, se observa que no existe diferencia significativa entre bloques. Caso contrario sucede con los tratamientos donde si hay diferencias estadísticas altamente significativas, indicando así el efecto que tuvo la roca fosfórica y humus de lombriz en el rendimiento de frutos por hectárea. Además se observa un coeficiente de determinación (R^2) con 96 % el cual nos explica una alta relación y correlación entre los tratamientos estudiados y el rendimiento. El coeficiente de variabilidad a su vez fue 5,83 % no implica mayores cuidados de interpretación, debido a que la dispersión de la información obtenida es pequeña y el cual se encuentra dentro de los rangos de aceptabilidad para investigaciones en campo (Calzada, 1970).

En el gráfico 8 de la prueba de Duncan (0,05), el T_5 (1,5 t/ha/R.F + 4 t/ha/humus) y T_4 (1 t/ha/R.F + 4 t/ha/humus) fueron los sobresalientes con 19,11 y 18,36 t/ha siendo estadísticamente diferentes a los demás tratamientos alcanzando los mayores rendimientos. Observando los promedios obtenidos se destaca que las

dosis de roca fosfórica 200 y 300 (kg/ha/P₂O₅) y humus de lombriz 80 kg/ha/N.A. ayudaron significativamente a mejorar la producción; esto coincide con lo reportado por Rengifo e Hidalgo, (1988); quienes en el programa de recuperación de suelos ácidos de Calzada – Moyobamba, trabajando con roca fosfórica de Bayovar y cal apagada (Ca(OH)₂), obtuvieron buenos rendimientos y eficiente control de aluminio en cultivos de arroz, maíz y frijol.

Por otra parte, Saavedra y Flores, (2010), evaluando el comportamiento del cultivo de tomate, variedad Río grande, con aplicación localizada de diferentes dosis de humus de lombriz en suelos ácidos de Aucasoma (dosis de 2, 4, 6, 8 y 10 t/ha) manifiestan que la dosis más alta de humus de lombriz utilizada (10 t/ha) dio el mayor rendimiento en el cultivo con 18550 kg/ha. Esto nos lleva a concluir que el humus junto a la roca fosfórica en las dosis aplicadas que para el caso del trabajo de investigación fue 1000 y 1500 kg/ha/R.F. (200 y 300 kg/ha/P₂O₅) más 4000 kg/ha/humus (80 kg/ha/N.A.) ayudaron significativamente a obtener los mejores frutos y mayores rendimientos del cultivo.

Por su parte T₃ (0,5 t/ha/R.F + 4 t/ha/humus) que alcanzó 15,75 t/ha se diferenció en 2 t/ha aproximadamente de T₂ (4 t/ha/humus) con 13,68; este a su vez de T₁ (Testigo), T₇ (2,5 t/ha/R.F + 4 t/ha/humus) y T₆ (2 t/ha/R.F + 4 t/ha/humus), con 11,78; 11,34 y 9,64 respectivamente, que fueron los que menores rendimientos alcanzaron.

Para el caso de T₃ (100 kg/ha/P₂O₅) puede explicarse debido a que la roca fosfórica ayudó pero los demás nutrientes estuvieron por debajo del requerimiento del cultivo como el nitrógeno 125 kg/ha/N.A., lo mismo pudo haber sucedido con T₂ pues al

contar solo con nitrógeno (humus de lombriz) que suministró 125 (kg/ha/P₂O₅), y al tener otros nutrientes pero en menores cantidades llegó a desarrollarse pero fue más susceptible al ataque de enfermedades en mayor escala, disminuyendo el rendimiento por la pérdida de frutos, menor tamaño y peso. Los tratamientos T₇ y T₆ por contener dosis altas de roca fosfórica (400 y 500 kg/ha/P₂O₅) tuvieron problemas de exceso de fósforo desbalanceando los nutrientes estando susceptibles al ataque de enfermedades como fue el caso de *Stemphylium solani* que fue severo y disminuyó considerablemente el rendimiento del cultivo.

6.8. Aspectos fitosanitarios.

6.8.1. Incidencia de enfermedades.

El análisis de varianza (ANVA) (cuadro 13) para el porcentaje de área foliar afectada por Moho de la hoja (*Cladosporium* sp.), nos indica que entre bloques no hubo significancia determinando así la homogeneidad al ataque de la plaga en los bloques. Para el caso de los tratamientos si presentó diferencias altamente significativas, indicando así el efecto que tuvo la roca fosfórica y humus de lombriz frente al ataque de Moho de la hoja (*Cladosporium* sp.). El coeficiente de determinación R² con 92 % nos explica una alta relación y correlación entre los tratamientos estudiados y la incidencia (*Cladosporium* sp.). A su vez el coeficiente de variabilidad con 14,33 % demuestra que los métodos utilizados para la toma de datos no han sido los más adecuados para la incidencia de enfermedades (Calzada, 1970).

Por otro lado en la prueba de Duncan (0,05) se observa que el tratamientos T₁ tuvo el mayor porcentaje de área foliar afectada (AFA) con 80 % respecto a los demás tratamientos T₆, T₇ y T₂ quienes presentaron 66,60, 63,60 y 60 % respectivamente la

presencia de la enfermedad del Moho de la hoja (*Cladosporium* sp). A esto se puede atribuir que el exceso de fósforo (400 y 500 kg/ha bajo su forma asimilable por la planta de P_2O_5) para el caso de T_6 y T_7 , bloqueando la disponibilidad de otros elementos esenciales para el desarrollo del cultivo como es el caso del Ca, K y N, fijándolos en el complejo de cambio y no haciéndolos disponibles trayendo consigo problemas en la formación de proteínas funcionales y estructurales, razón por el cual no hubo mayor formación y buena textura de las células y tejido, de esta manera se desarrolló rápido y a mayor escala de la enfermedad.

Los tratamientos que estadísticamente fueron iguales y con menor porcentaje de daño en las hojas del cultivo de tomate fueron el T_3 , T_4 y T_5 cuyos promedios son 30, 30 y 27,18 %, se puede explicar que estaba sujeto al equilibrio que existió (100, 200, 300 kg/ha/ P_2O_5), junto al humus de lombriz (125 kg/ha/N.A) el cual ayudó a que la planta esté preparada frente a la presencia de moho de la hoja (*Cladosporium* sp) y sea menos propenso al ataque.

La incidencia de la enfermedad en la cultivo de tomate también puede ser explicado principalmente por la alta humedad relativa que existió en la primera etapa del cultivo, durante los meses de agosto y setiembre, cuyo promedio fue de 83 % (SENAMHI – 2011). Esto comparado con lo dicho por Álvarez, (2004); quien manifiesta que la enfermedad infecta principalmente las hojas, cuando se tiene humedad relativa mayor de 80%, sumado las dosis altas de roca fosfórica para el T_6 y T_7 , además de la falta de otros nutrientes como el T_2 puede haber influenciado a la presencia de *Cladosporium* sp y a su proliferación.

6.8.2. Severidad.

En el cuadro 14 para la severidad de daño ocasionado por Mancha gris (*Stemphylium solani*) en el cultivo de tomate, se observa que las plantas evaluadas (10) por cada tratamiento, los que más severidad de ataque presentaron fueron el T₆ y T₇ con 57,50 y 42,50 % de Área Foliar Afectada (AFA), que comparados con el cuadro 4 para la evaluación de severidad por el método de Stover modificado por Gauhl.

Estos tratamientos mostraron severidad de grado 6 y 5 del ataque respectivamente, esto posiblemente al exceso de nutrientes que se aplicó (2000 y 2500 kg/ha/R.F), el cual ocasionó desbalance entre los nutrientes, de esta forma la planta no tuvo buena formación de tejidos estructurales y estaba indefenso frente al ataque de *Stemphylium solani*. Luego siguieron los tratamientos T₁, T₂ y T₃ con porcentajes de 27,50; 32,50 y 22,50 respectivamente cuyos grados de ataque fue de grado 4 para los 3 tratamientos.

Por último los tratamientos que presentaron menos severidad de ataque ocupando el grado 3 de severidad fueron los tratamientos T₄ y T₅ con porcentaje de 10 % de área foliar afectada para ambos casos, esto demuestra que los nutrientes para dichos tratamientos estaban equilibrados, garantizando un buen desarrollo de la planta y ser menos propenso al ataque de enfermedades como es el caso de *Stemphylium solani*.

6.9. Análisis económico.

El cultivo de tomate es uno de los cultivos delicados dentro de las hortalizas, de esta manera el manejo debe realizarse de la mejor manera. En el cuadro 15 del análisis económico, se observa que los 3 primeros tratamientos que utilizaron roca fosfórica con dosis de 0,5; 1 y 1,5 t/ha/R.F, asociado con humus de lombriz (4 t/ha/humus), según lo evaluado resultaron ser rentables económicamente por cada sol invertido.

Al mismo tiempo observamos que los tratamientos cuyas dosis de roca fosfórica fueron 2 y 2,5 t/ha/R.F mostraron pérdidas, siendo de esta manera no rentable debido a que en la relación beneficio costo muestra pérdidas de 26% entre ellos. De igual manera para el caso del T₁ (Testigo) y T₂ (4 t/ha/humus) debido a la falta de disponibilidad de nutrientes (T₁) y la falta de otros (T₂), también no mostraron rentabilidad adecuada para el productor.

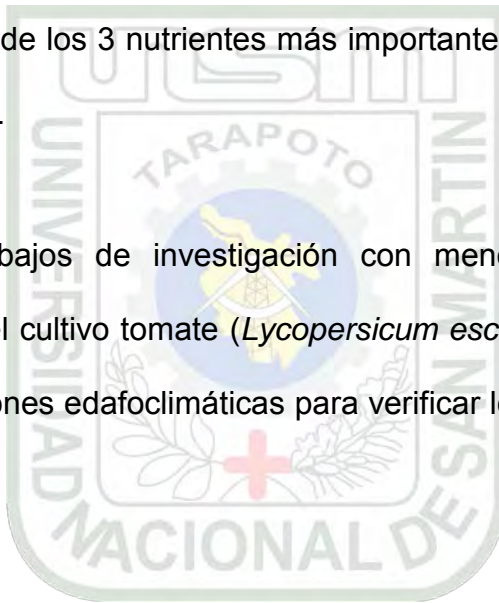
Además la rentabilidad que muestra el T₅ y T₄ está relacionada al ataque de enfermedades que mostró el cultivo, como se explicó en el punto anterior estos tratamientos fueron quienes presentaron menos severidad de ataque, garantizando mejor producción y calidad del producto.

VII. CONCLUSIONES

- 7.1.** La mayor altura de planta se logró con los tratamientos T_2 (4 t/ha/humus) y T_6 (2 t/ha/R.F + 4 t/ha/humus) con 58,57 cm y 56,66 cm, por efecto del humus de lombriz principalmente que facilitó el crecimiento longitudinal de los mismos.
- 7.2.** Los tratamientos T_2 (4 t/ha/humus) y T_3 (0,5 t/ha/R.F + 4 t/ha/humus), alcanzaron el mayor número de ramas vegetativas con 10,55 y 9,85 ramas por planta respectivamente, igualmente por efecto principal del humus de lombriz.
- 7.3.** Los tratamientos T_3 (0,5 t/ha/R.F + 4 t/ha/humus) y T_5 (1,5 t/ha/R.F + 4 t/ha/humus), alcanzaron el mayor número de racimos florales con 10,80 para ambos, debido a la aplicación de humus de lombriz y la disponibilidad de fósforo suministrado por la roca fosfórica.
- 7.4.** El tratamiento T_5 (1,5 t/ha/R.F + 4 t/ha/humus) obtuvo el mayor número de flores por planta con 16,95 flores/planta, mayor número de frutos por planta con 16,85 frutos y mayor peso de frutos con 716,75 y 688,50 g/planta, gracias al aporte equilibrado de fósforo. Por otra parte la rentabilidad económica fue 78/100 céntimos por cada nuevo sol invertido. De igual forma el rendimiento que obtuvo el T_5 fue de 19,11 t/ha, asemejándose el T_4 con 18,36 t/ha siendo los tratamientos que mejores respuestas presentaron.
- 7.5.** Los tratamientos T_6 (2 t/ha/R.F + 4 t/ha/humus), T_7 (2,5 t/ha/R.F + 4 t/ha/humus) y T_1 (Testigo) mostraron mayor incidencia y severidad de ataque por parte de *Cladosporium* sp y *Stemphylium solani*., en los dos primeros por desequilibrio en la nutrición de las plantas y el último por deficiencia de nutrientes.

VIII. RECOMENDACIONES

- 8.1. Aplicar dosis que el cultivo de tomate necesita, tomando como punto de partida el requerimiento del cultivo y lo que se presenta en el suelo previo análisis de suelo.
- 8.2. Al dosificar la aplicación de roca fosfórica y humus de lombriz mantener en equilibrio el aporte de los 3 nutrientes más importantes (N – P – K) para garantizar mejores resultados.
- 8.3. Realizar otros trabajos de investigación con menores dosis para evaluar el comportamiento del cultivo tomate (*Lycopersicum esculentum. Mill*), que se adapta a nuestras condiciones edafoclimáticas para verificar los resultados obtenidos en el presente trabajo.



IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AGUIRRE, G. 1996. Evaluación de fuentes de fósforo en el rendimiento de la papa con énfasis en roca fosfatado y fuentes orgánicas. Universidad Nacional Agraria de la Molina, Facultad de Agronomía. Lima – Perú.
2. ÁLVAREZ, R. 2004. Enfermedades del Tomate y chile Bell. México.
3. BARAHONA, R. 1978. Estudio de costos y producción en el cultivo de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill) con diferentes niveles de fertilización foliar y fertilización al suelo.
4. BERTSCH, F. 1986. Manual para interpretar la fertilidad de los suelos Costa Rica, San José, Universidad de Costa Rica.
5. CALZADA, J. 1970. Métodos estadísticos para la investigación. Lima – Perú. 640 pag.
6. CAMPBELL, F. L; SULLYVAN, W. N.; JONES, H. A. 1984. Mencionados por peer C. H. Soap, Vol. 10; N° 3 P. 83, 86.
7. CHAPPA, C., MONCADA P. 1992. Evaluación preliminar de fuentes y niveles de fósforo para el cultivo de maíz en un suelo ácido de la Banda de Shilcayo. Tesis Ing. Agrónomo, Facultad de Ciencias Agrarias UNSM – Tarapoto, Perú. 101 p.
8. CORPEÑO, B. 2004. Manual del Cultivo de Tomate, Centro de Inversión, Desarrollo y Exportación de Agronegocios. El Salvador.
9. DOMENECH, J. 1990. Atlas de botánica Ed. Javer S.A- Barcelona – España.
10. ENCI, 1980. Manual de fertilizantes. Lima – Perú. 104 p.
11. ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL DESARROLLO Y LA ALIMENTACIÓN - FAO, 2007. Utilización de las rocas fosfóricas para una agricultura sostenible Roma – Italia. 155 pag.
12. HICKMAN, C. P. 2006. Principios integrales de zoología 13ª edición. McGraw-Hill-Interamericana, Madrid

13. INEI, 2008. Compendio estadístico. Enero del 2004 – julio del 2008. El Instituto Nacional de Estadística e Informática. Lima – Perú.
14. INIA, 2009. Evaluación de variedades y poscosecha de tomate y lechuga. Instituto Nacional de investigación Agraria. Programa de Horticultura. Lima – Perú.
15. JARAMILLO, S.; RODRIGUEZ, V. P; GUZMÁN, M.; ZAPATA, M.; RENGIFO, T.; 2007. Manual Técnico: Buenas Prácticas Agrícolas en la producción de tomate bajo condiciones protegidas, CORPOICA – MANA – GOBERNACIÓN DE ANTIOQUÍA – FAO, COLOMBIA, pg. 331.
16. KINET, J. M. 1977. Effect of light conditions on the development of the inflorescence in tomato. Sci. Hort.
17. MINERO PERÚ, 1987. Características químicas y de solubilidad del Fosbayovar. Lima – Perú. 18 p.
18. NUEZ, F. 1995. El Cultivo de Tomate, Bilbao – España.
19. PICKEN, A. J. F., STEWART, K., KLAPWIJK, D. 1986. Germination and vegetative development the tomato. New York – EE.UU.
20. RENGIFO, C. 2000. Evaluación del efecto de cuatro dosis de humus de lombriz y de roca fosfórica de Bayovar aplicados para la recuperación del fundo Aucaloma – UNSM. Informe de investigación – facultad de Ciencias Agrarias – UNSM.
21. RENGIFO, C., HIDALGO, E. 1988. Programa de recuperación de suelos ácidos. Servicio de extensión Alto Mayo. Moyobamba – Perú. 4 p.
22. RÍOS, B Y SÁNCHEZ, M. 1993. Manual de Lombricultura en el Trópico Húmedo Gráfica S.A. Iquitos – Perú.
23. RODRIGUEZ, R., TABAREZ, J. M., MEDINA, J. A. 1997. Cultivo Moderno del Tomate, Madrid – España.

24. ROJAS, C. 2011. Efecto de tres dosis de humus y roca fosfórica en tres densidades de siembra, en repollo (*Brassica oleraceae* L.) en el fundo Aucaloma. Tesis Ing. Agrónomo, Facultad de Ciencias Agrarias UNSM – Tarapoto.
25. SALAS, P. 1993. Manual de lóbricultura tropical. Iquitos – Perú pp. 76
26. SÁNCHEZ, P. A. 1976. Properties and management of soil in the tropics Jhonwiley and sons, New York – USA.
27. SÁNCHEZ, P. A., SALINAS, J. G. 1976. Suelos ácidos estrategias para su manejo en bajos insumos en América Tropical, Bogotá – Colombia.
28. SAAVEDRA, H. 2010. Efecto de cinco dosis de humus de lombriz en el cultivo de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill) en suelos ácidos, sector Aucaloma. Tesis Ing. Agrónomo, Facultad de Ciencias Agrarias UNSM – San Martín – Perú.
29. URQUIAGA, S. 1980. Suelos, fertilizantes y fertilización. Departamento de suelos y fertilizantes UNA. La Molina, Lima – Perú.
30. VITORINO, F.B. 1994. Lombricultura práctica. Kayra. Cusco – Perú.

LINKOGRAFÍA VISITADAS

31. <http://www.semillasbatlle.es/es/rio-grande>
32. www.agrodechura.com.pe

RESUMEN

El presente trabajo de investigación titulado “Respuesta a la aplicación de dosis de roca fosfórica con humus de lombriz en el cultivo de Tomate (*Lycopersicum esculentum*. mill) var. “Río grande”, en un suelo ácido del fundo Aucasoma de la UNSM – Lamas”, tuvo como objetivos: Evaluar las respuestas fenológicas, morfológicas y el rendimiento del cultivo de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill, var. “Rio Grande”) a la aplicación de 05 dosis de roca fosfórica y humus de lombriz en un suelo ácido del fundo Aucasoma, distrito de San Roque de Cumbaza, provincia de Lamas y región San Martín y Evaluar el efecto de la roca fosfórica respecto a la incidencia y severidad de enfermedades que se presentan en el cultivo de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill. var. “Rio Grande”) en suelos ácidos y sobre el rendimiento.

Se utilizó el diseño de bloques completo al azar (DBCA), con 7 tratamientos y 4 repeticiones, los tratamientos fueron: Testigo, Humus de Lombriz (4 t/ha), Roca fosfórica (0,5 t/ha) + (4 t/ha) Humus de Lombriz, Roca fosfórica (1 t/ha) + (4 t/ha) Humus de Lombriz, Roca fosfórica (1,5 t/ha) + (4 t/ha) Humus de Lombriz, Roca fosfórica (2 t/ha) + (4 t/ha) Humus de Lombriz, Roca fosfórica (2,5 t/ha) + (4 t/ha) Humus de Lombriz. Las variables evaluadas fueron: altura de planta, número de ramas vegetativas, número de racimos florales, número de flores por planta, número de frutos por planta, peso del fruto, rendimiento en $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$, análisis económico de los tratamientos estudiados, incidencia y severidad de ataque de plagas y enfermedades.

Las conclusiones más relevantes fueron: La mayor altura de planta se logró con los tratamientos T_2 (4 t/ha/humus) y T_6 (2 t/ha/R.F + 4 t/ha/humus) con 58,57 cm y 56,66 cm, por efecto del humus de lombriz principalmente que facilitó el crecimiento longitudinal de los mismos. El tratamiento T_5 (1,5 t/ha/R.F + 4 t/ha/humus) obtuvo el mayor número de flores por planta con 16,95 flores/planta, mayor número de frutos por planta con 16,85 frutos y mayor peso de frutos con 716,75 y 688,50 g/planta, gracias al aporte equilibrado de fósforo. Por otra parte la rentabilidad económica fue 78/100 céntimos por cada nuevo sol invertido. De igual forma el rendimiento que obtuvo el T_5 fue de 19,11 t/ha, asemejándose el T_4 con 18,36 t/ha siendo los tratamientos que mejores respuestas presentaron.

Palabras clave: Roca fosfórica, humus de lombriz, rentabilidad económica.

SUMMARY

This research paper entitled "Response to the application of phosphate rock with doses of vermicompost in tomato (*Lycopersicum esculentum*. Mill) var. "Big River", in an acid soil of the farm Aucaloma UNSM - Lamas ", were to: assess the responses phenological, morphological and yield of tomato (*Lycopersicum esculentum*. Mill, var." Rio Grande ") to application of 05 doses of phosphate rock and humus in an acid soil of the farm Aucaloma district of San Roque de Cumbaza, Lamas province and San Martín region and assess the effect of phosphate rock in the incidence and severity of diseases presented in tomato (*Lycopersicum esculentum*. Mill var. "Rio Grande") in acid soils and on yield.

The experimental design was randomized complete block (RCBD) with 7 treatments and 4 replications, treatments were: control, worm manure (4 t/ha), rock phosphate (0.5 t/ha) + (4 t/ha) worm compost, rock phosphate (1 t/ha) + (4 t/ha) worm compost, rock phosphate (1.5 t/ha) + (4 t/ha) worm compost, rock phosphate (2 t/ha) + (4 t/ha) worm compost, rock phosphate (2.5 t/ha) + (4 t/ha) Humus. The variables evaluated were: plant height, number of vegetative branches, number of flower clusters, number of flowers per plant, number of fruits per plant, fruit weight, yield in kg ha⁻¹, economic analysis of the treatments, incidence and severity of pests and diseases.

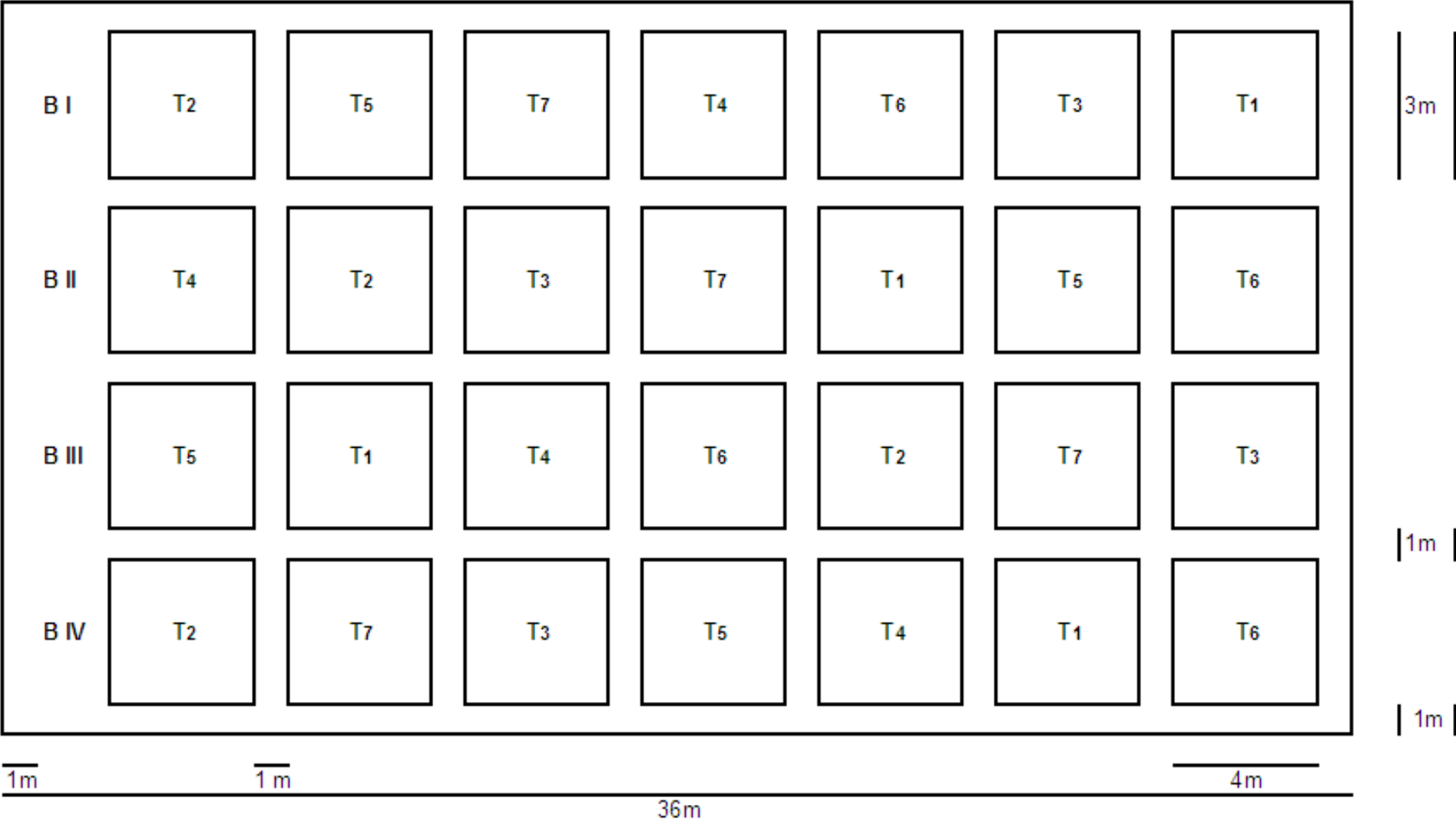
The most significant findings were: The highest plant height was achieved with treatments T₂ (4 t/ha/humus) and T₆ (2 t/ha/RF + 4 t/ha/humus) to 58.57 cm and 56, 66 cm, the effect of vermicompost mainly longitudinal growth that facilitated thereof. T₅ treatment (1.5 t/ha/RF + 4 t/ha/humus) won the largest number of flowers per plant with 16.95 flowers/plant, more number of fruits per plant and

heavier fruits 16.85 of fruits and 688.50 716.75 g/plant, thanks to balanced supply of phosphorus. Furthermore economic returns was 78/100 cents for each new sun reversed. Likewise, the performance obtained T_5 was 19.11 t/ha, resembling the T_4 with 18.36 t/ha treatments being presented better answers.

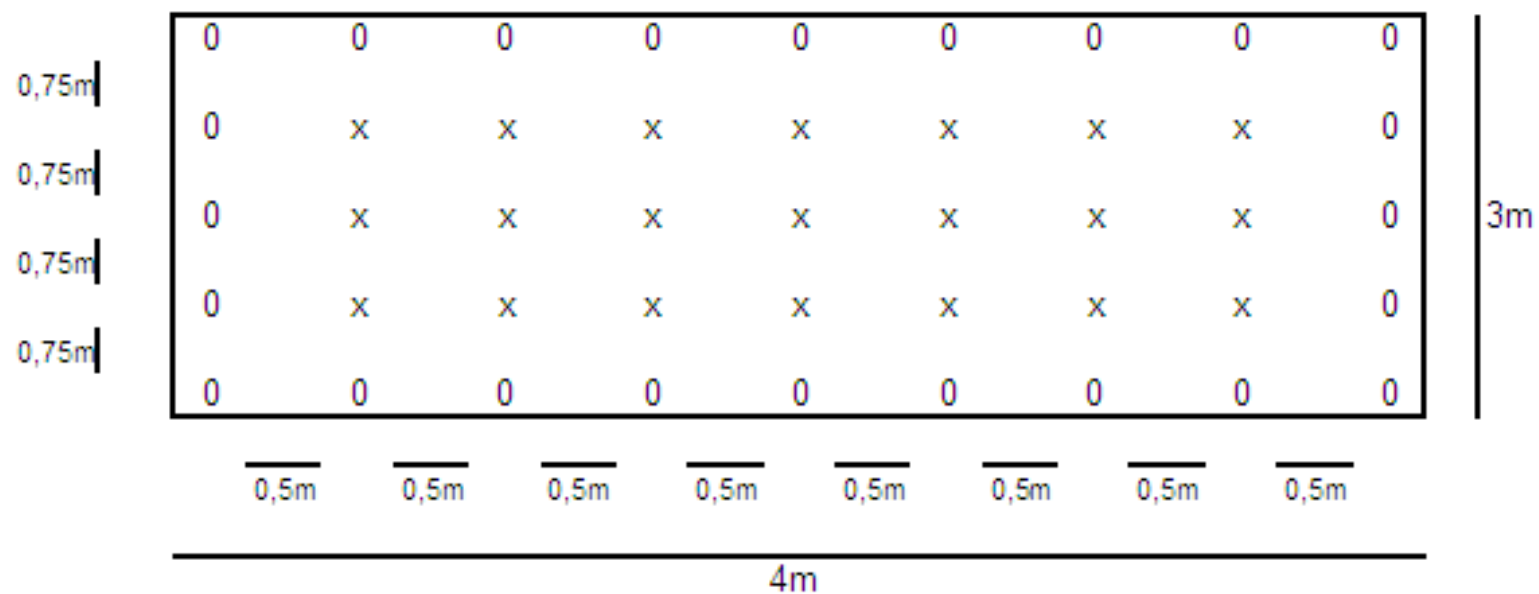
Keywords: Rock phosphate, worm castings, economic profitability



Anexo 1: Croquis del campo experimental



Anexo 2: Croquis de la parcela experimental



Leyenda:

- 0 : Plantas de borde
- x : Plantas a evaluar

Anexo 3: Costos de Producción por Hectárea de tomate Variedad Rio Grande

[illegible]

Anexo 4: Costos de Producción por Hectárea de tomate Variedad Rio Grande (Continuación)

	Unidad	C.U	T1		T2		T3		T4		T5		T6		T7	
			Cant.	C.T S/.	Cant.	C.T S/.	Cant.	C.T S/.	Cant.	C.T S/.	Cant.	C.T S/.	Cant.	C.T S/.	Cant.	C.T S/.
5. Herramientas/materiales																
Machete	Unidad	10	4	40	4	40	4	40	4	40	4	40	4	40	4	40
Palana	Unidad	25	3	75	3	75	3	75	3	75	3	75	3	75	3	75
Cascarilla de arroz	Sacos	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Caña bravas	Unidad	0.5	1630	815	1630	815	1630	815	1630	815	1630	815	1630	815	1630	815
Rafias	Kg	7	2	14	2	14	2	14	2	14	2	14	2	14	2	14
Alambre N° 20	Kg	5	67	335	67	335	67	335	67	335	67	335	67	335	67	335
Cajones (30 kg)	Unidad	4	200	800	200	800	200	800	200	800	200	800	200	800	200	800
6. Insumos																
Semillas	Kg	140	0.5	70	0.5	70	0.5	70	0.5	70	0.5	70	0.5	70	0.5	70
Roca Fosfórica de Bayovar	T	700	0	0	0	0	0.5	350	1	700	1.5	1050	2	1400	2.5	1750
Humus	T	400	0	0	4	1600	4	1600	4	1600	4	1600	4	1600	4	1600
Insecticidas (Caporal)	L	2	80	160	80	160	80	160	80	160	80	160	80	160	80	160
Insecticidas (Tifón)	L	1	70	70	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80
Fungicida (Heiloxil)	Kg	1	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70
Fungicida (Ridomil)	Kg	4	104	416	104	416	104	416	104	416	104	416	104	416	104	416
7. Equipos																
Mochila (20 l)	Unidad	180	1	180	1	180	1	180	1	180	1	180	1	180	1	180
Balanza	Unidad	40	1	40	1	40	1	40	1	40	1	40	1	40	1	40
8. Análisis de suelo		70	1	70	1	70	1	70	1	70	1	70	1	70	1	70
9. Cosecha	Jornal	20	20	400	20	400	20	400	20	400	20	400	20	400	20	400
10. Transporte de Roca Fosfórica	T	50	0	0	0	0	0.5	25	1	50	1.5	75	2	100	2.5	125
11. Transporte de Humus	T	50	0	0	4	200	4	200	4	200	4	200	4	200	4	200
Total Costo Directo				7237		9247		9822		10197		10572		10947		11322
B. COSTOS INDIRECTOS																
Gastos Administrativos 8% C.D.				578.96		739.76		785.76		815.76		845.76		875.76		905.76
Gastos Financieros 24%				1736.88		2219.28		2357.28		2447.28		2537.28		2627.28		2717.28
COSTO TOTAL				9552.84		12206.04		12965.04		13460.04		13955.04		14450.04		14945.04

Anexo 5: Análisis Físico – Químico de Suelo (Aucaloma – 2011)

N° M	Análisis Físico				Elementos Disponibles							CIC	Análisis Químico						
	Textura			Clase Textural	pH	d.a g/cc	C.E. (μS)	% M.O.	% N	P (ppm)	K (ppm)		Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺	Al ⁺⁺⁺	Al + H	% Sat. de Al
	% Are	% Arc	% Lim																
1	76	16,6	7,4	Fran. Arenoso	5,73	1,55	0,03	4,69	0,23	11	65,8	8,613	5,20	2,80	0.043	0,17	0,40	0,40	5,52
pH				C.E. (μS)	% MO	Elementos Disponibles			Análisis Químico meq/100g suelo										
						%N		P (ppm)	K (ppm)	Ca ⁺⁺		Mg ⁺⁺		Al ⁺⁺⁺					
5,73				0,03	4,69	0,23		11		65,80		5,20		2,80		0,40			
Medianamente ácido				No hay problema de sales	Alto	Alto		Medio		Bajo		Bajo		Normal		bajo			

Anexo 6: Análisis de caracterización – Humus de Lombriz (05 – 11 – 2012)

N° M	Análisis Físico				Elementos Disponibles							CIC	Análisis Químico					
	Textura			Clase Textural	pH	C.E. (μS)	% M.O.	% N	P (ppm)	K (ppm)		Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺	Al ⁺⁺⁺	Al + H	% Sat. de Al
	% Are	% Arc	% Lim															
1	0	0	0		7.8	478	28.3	1.415	1.95	2.13		2.54	1.34	0	0	0	0	0

pH	C.E. (μS)	% MO	Elementos Disponibles			Análisis Químico meq/100g suelo		
			%N	P (ppm)	K (ppm)	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na
7.8	478	28.3	1.415	1.95	2.13	2.54	1.34	
Ligeramente alcalino	No hay problema de sales	Normal	Normal	Medio	Medio	Normal	Normal	